

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN
ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN
ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurten CEYLAN

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN
ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN
ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Nurten CEYLAN
(502081527)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İkbāl ÇETİNER

OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502081527 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Nurten CEYLAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“TÜRKİYE’DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. İkbâl ÇETİNER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Aslıhan Ünlü TAVİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Volkan GÜR
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Fakültesi

Teslim Tarihi : **16 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **24 Ocak 2012**

ÖNSÖZ

Birlikte çalışmaya başladığım ilk günden itibaren, yardımlarını ve zamanını esirgmeden bilgi ve deneyimlerini paylaşarak, akademisyen olma yolunda beni cesaretlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. İkbâl ÇETİNER'e, hoşgörölü kişiliğini ve çalışma azmini örnek aldığım değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU'ya, desteklerini esirgemeyen aileme, her zaman yanımda olan sevgili annem İlknur CEYLAN'a, beni mimarlıkla tanıştıran sevgili babam Mimar Mehmet Kutsi CEYLAN'a ve hayatımı renklendiren sevgili dostlarıma en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, 'İstanbul'daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi ve Katkı Sağlayacak İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi' adlı 108K418 no'lu bir TÜBİTAK araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Ocak 2012

Nurten Ceylan
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Tezin Kapsamı	2
1.3 Tezin Yöntemi	4
2. TÜRKİYE’DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİ.....	5
2.1 Konut Dış Duvar Sistemlerinde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri Genel Özellikleri ve Üretim Süreçleri	6
2.1.1 Ekstrüde polistiren ısı yalıtım malzemesi.....	9
2.1.2 Genleştirilmiş polistiren ısı yalıtım malzemesi	12
2.1.3 Taş yünü ısı yalıtım malzemesi	13
2.2 Konut Dış Duvar Sistemlerinde Gerçekleştirilen Isı Yalıtım Uygulamaları Yapım Süreçleri	16
2.2.1 İki duvar arasına yapılan ısı yalıtım uygulaması	16
2.2.2 Duvarların iç yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması	17
2.2.3 Duvarların dış yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması	18
2.2.3.1 Havalandırmalı sistemler	18
2.2.3.2 Dış duvar ısı yalıtım sistemleri	18
2.3 Bölüm Sonucu.....	23
3. ÇEVRESEL DEĞERLENDİRME	25
3.1 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma	25
3.2 Sürdürülebilir Bina ve Yapım.....	30
3.3 Çevresel Sürdürülebilirlik.....	31
3.4 Çevresel Değerlendirme ve Çevresel Değerlendirme Yöntemleri	40
3.5 Yaşam dönemi değerlendirmesi (YDD)	41
3.5.1 Ürün/Bina yaşam dönemi süreçleri.....	43
3.5.2 Yaşam dönemi değerlendirmesi aşamaları.....	46
3.5.2.1 Hedef ve kapsam	47
3.5.2.2 Envanter analizi.....	47
3.5.2.3 Etki değerlendirmesi	49
3.5.2.4 Yorumlama.....	51
3.5.3 Yaşam dönemi değerlendirmesi metot ve araçları	51
3.5.4 SimaPro benzetim aracı.....	55
3.5.4.1 Hedef ve Kapsam.....	57
3.5.4.2 Envanter Analizi	59
3.5.4.3 Etki Değerlendirmesi	63
3.5.4.4 Yorumlama.....	64
3.6 Bölüm Sonucu.....	65

4. İSTANBUL'DA KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ.....	67
4.1 Hedef ve Kapsam	67
4.2 Envanter Analizi	69
4.2.1 Benzetimde kullanılacak tip konut binası verileri	69
4.2.2 Isı yalıtım uygulamaları verileri.....	70
4.2.2.1 Üretim süreci verileri	71
4.2.2.2 Yapım süreci verileri.....	73
4.3 Etki Değerlendirmesi.....	74
4.4 Yorumlama	77
4.4.1 Isı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemelere göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	78
4.4.1.1 XPS uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi	78
4.4.1.2 EPS uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi	80
4.4.1.3 Taş yünü uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi	82
4.4.2 Isı yalıtım uygulamaları üretim süreçlerine göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	84
4.4.3 Isı yalıtım uygulamaları yapım süreçlerine göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	87
4.4.4 Isı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri toplamına göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	90
4.5 Bölüm Sonucu	91
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR	97
EKLER.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	165

KISALTMALAR

EPS	: Genleştirilmiş Polistiren
IEA	: International Energy Agency
RW	: Rock Wool
SETAC	: Society of Environmental Toxicology and Chemistry
T	: Üretim ve Yapım süreçleri Toplamı
TSY	: Taş yünü
ÜS	: Üretim Süreci
XPS	: Ekstrüde Polistiren Köpük
YDD	: Yaşam Dönemi Değerlendirmesi
YDE	: Yaşam Dönemi Envanteri
YS	: Yapım Süreci

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	: Ekstrüde Polistiren Köpük (XPS) özellikleri.....	10
Çizelge 2.2	: XPS üretimindeki şişirici gazlar ve emisyonlar.	11
Çizelge 2.3	: Genleştirilmiş Polistiren Köpük (EPS) özellikleri.	12
Çizelge 2.4	: Düşük Yoğunluklu TSY ısı yalıtım malzemesi özellikleri	14
Çizelge 2.5	: Yüksek yoğunluklu TSY ısı yalıtım malzemesi özellikleri	14
Çizelge 2.6	: Flumroc firması TSY üretim süreci girdi ve çıktıları	15
Çizelge 2.7	: XPS ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması	20
Çizelge 2.8	: EPS ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması	20
Çizelge 2.9	: TSY ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması	21
Çizelge 2.10	: Son kat dekoratif sıva uygulamasında kullanılabilecek çimento esaslı seçenekler.....	21
Çizelge 3.1	: En çok kullanılan çevresel etki kategorileri	33
Çizelge 3.2	: Sera etkisine neden olan gazlar	34
Çizelge 4.1	: Benzetimde kullanılan tip konut binası ve özellikleri.....	70
Çizelge 4.2	: Benzetimi yapılan tip bina ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemeler ve miktarları.	71
Çizelge 4.3	: Referans maddelerin nitelendirme faktörleri	76
Çizelge 4.4	: Batı Avrupa için zarar kategorileri normalleştirme katsayıları.....	77
Çizelge 4.5	: XPS uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.	79
Çizelge 4.6	: XPS uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.....	79
Çizelge 4.7	: XPS uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.	80
Çizelge 4.8	: EPS uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.	81
Çizelge 4.9	: EPS uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.....	81
Çizelge 4.10	: EPS uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.	82
Çizelge 4.11	: TSY uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.....	83
Çizelge 4.12	: TSY uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.....	84
Çizelge 4.13	: TSY uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.....	84
Çizelge 4.14	: Üretim süreçleri orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.	85
Çizelge 4.15	: Üretim süreçleri son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.....	87
Çizelge 4.16	: Yapım süreçleri orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.	88
Çizelge 4.17	: Yapım süreçleri son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.	89
Çizelge 4.18	: Toplam süreçlerin orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları. ..	90
Çizelge 4.19	: Toplam süreçlerin son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları. ..	91

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: Tezin kapsamı	3
Şekil 2.1	: XPS üretim süreci	11
Şekil 2.2	: EPS üretim süreci	13
Şekil 2.3	: TSY üretim süreci	15
Şekil 2.4	: İki duvar arası (sandviç duvar) ısı yalıtım uygulaması	17
Şekil 2.5	: Duvarların iç yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması	17
Şekil 2.6	: Havalandırılmalı dış duvar ısı yalıtım uygulaması	18
Şekil 2.7	: Dış duvar ısı yalıtım sistemi uygulaması	19
Şekil 3.1	: Sürdürülebilirliğin ana bileşenleri	29
Şekil 3.2	: Türkiye'nin arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık dışındaki toplam sera gazı emisyonu 1990-2008	36
Şekil 3.3	: Türkiye'deki sera gazı emisyonlarının CO ₂ eşd cinsinden değerleri	36
Şekil 3.4	: UV ışınlarının etkisiyle ozonun oksijene dönüşmesi	37
Şekil 3.5	: Türkiye'de 2003-2007 yılları arası CO ₂ emisyonu	39
Şekil 3.6	: Ürün yaşam dönemleri ile ilgili girdiler-çıktılar ve örnek çevresel etkiler	44
Şekil 3.7	: Bina yaşam dönemi değerlendirmesi	46
Şekil 3.8	: YDD süreci aşamaları ve ilişkileri	47
Şekil 3.9	: Envanter analizi için basitleştirilmiş aşamalar	48
Şekil 3.10	: Etki değerlendirmesi unsurları	49
Şekil 3.11	: Yorumlama aşaması öğeleri ve diğer aşamalarla ilişkisi	51
Şekil 3.12	: Athena Enstitüsü sınıflandırma sistemine göre YDD metot ve araçları	54
Şekil 4.1	: Isı yalıtım uygulamaları üretim sürecine en fazla katkı sağlayan girdi ve çıktılar	72
Şekil 4.2	: Isı yalıtım uygulamaları yapım sürecine en fazla katkı sağlayan girdi ve çıktılar	74
Şekil 4.3	: Impact 2002+ metodu çevresel etki kategorileri ve ilişkileri	75
Şekil A.1	: XPS ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri)	157
Şekil A.2	: EPS ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri)	158
Şekil A.3	: TSY ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri)	159
Şekil A.4	: Isı yalıtımı uygulamaları üretim süreçlerinin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri)	160
Şekil A.5	: Isı yalıtımı uygulamaları üretim süreçlerinin çevresel etkileri (son nokta etki kategorileri)	161
Şekil A.6	: Isı yalıtımı uygulamaları yapım süreçlerinin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri)	162
Şekil A.7	: Isı yalıtımı uygulamaları yapım süreçlerinin çevresel etkileri (son nokta etki kategorileri)	163
Şekil A.8	: Isı yalıtımı uygulamaları üretim ve yapım süreçlerinin karşılaştırılması (son nokta etki kategorileri)	164

TÜRKİYE’DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE SIKLIKLA GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Binalar yaşam dönemleri boyunca ciddi boyutlarda enerji tüketimine ve buna bağlı olarak çevresel etkilere neden olmaktadır. Enerji etkin binalar tasarlayabilmek ve oluşan çevresel etkileri azaltmak için bazı önlemler almak zorunlu hale gelmiştir. Türkiye’de bina enerji etkinliğini artırmaya yönelik alınan önlemlerden en yaygın olanı ise ısı yalıtım uygulamasıdır. Isı yalıtım uygulamaları, binaların kullanım dönemi süresince enerji tasarrufu sağlanmasında büyük rol oynamaktadır. Bununla birlikte ısı yalıtım uygulamalarını sadece binaların kullanım süreci boyunca sağladığı fayda kapsamında değerlendirmek doğru değildir. Isı yalıtım uygulamalarının çevre ile olan ilişkisinin tam anlamıyla değerlendirmesini yapabilmek için uygulamaların üretim ve yapım süreçlerinin de çevresel açıdan değerlendirilmeleri gerekmektedir. Bu tez çalışmasının amacı kullanım süreçleri boyunca enerji tasarrufu sağlayarak binalarda oluşan çevresel etkilerin azalmasına ve yenilenemeyen kaynakların korunmasına yardımcı olan ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerinin çevresel açıdan ele alınarak, bu süreçlerde ortaya çıkan çevresel etkileri değerlendirmektir.

Bu tez çalışması, ‘İstanbul’daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi ve Katkı Sağlayacak İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi’ adlı 108K418 no’lu bir TÜBİTAK araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamı üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada; literatür araştırmaları, Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizleri, ısı yalıtım yönetmeliği ile firma katalog ve internet sitelerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda, konut dış duvar sistemlerinde sıklıkla gerçekleştirilen ısı yalıtımı uygulamalarında kullanılan XPS, EPS ve taş yünü (TSY) ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri ve üretim süreçleri ile uygulamaların yapım süreçleri incelenmiştir. İkinci aşamada; literatür araştırmaları ile elde edilen çevresel veriler kapsamında çevresel değerlendirme kavramı ve çevresel değerlendirme yöntemleri irdelenerek, ‘Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (YDD)’ yöntemi, süreçleri ve aşamaları detaylandırılmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise birinci ve ikinci aşamada elde edilen veriler ışığında; İstanbul’daki konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçlerinin Yaşam Dönemi Değerlendirmesi yöntemini esas alan SimaPro benzetim programı ile analiz edilmiştir. Analizler sonunda ortaya çıkan çevresel etkilere ilişkin sonuçlar, kullanılan malzemelere, uygulamaların üretim ve yapım süreçleri ile üretim ve yapım süreçleri toplamalarına göre çevresel etki kategorileri ile ifade edilerek değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre:

- XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri çevresel etkileri karşılaştırıldığında TSY en fazla etkiye sahip, EPS ise en az etkiye sahip ısı yalıtım malzemesi olarak belirlenmiştir. Üç yalıtım malzemesinin de en fazla neden olduğu

Çevresel etki kategorileri yenilenemeyen enerji, küresel ısınma ve solunum yolu etkileri/inorganik etki kategorileridir.

- Isı yalıtım uygulamaları üretim süreçleri çevresel etkileri karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar; XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri çevresel etkilerine benzer şekilde EPS uygulaması en az, TSY uygulaması en fazla çevresel etkiye sahiptir.
- Isı yalıtım uygulamaları yapım süreci çevresel etkileri karşılaştırıldığında TSY uygulamasının en fazla etkiye, EPS uygulamasının ise en az etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.  yalıtım uygulamasının da en fazla neden olduğu yapım süreci çevresel etki kategorileri; yenilenemeyen enerji, küresel ısınma, solunum yolu etkileri/inorganik ve karada ekolojik zehirlilik etki kategorileridir.
- Uygulamaların retim ve yapım süreçleri karşılaştırıldığında üretim süreçlerinde oluşan çevresel etkiler yapım süreçlerinde oluşan etkilerin on katından daha fazladır.
- Uygulamaların retim ve yapım süreçleri toplamaları karşılaştırıldığında TSY uygulamasının en fazla etkiye sahip, EPS uygulamasının ise en az etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Toplamda en fazla çevresel etkiye sahip çevresel etki kategorisi XPS ve EPS uygulamaları için kaynaklar, TSY uygulaması için de insan sağlığı kategorisidir.

Çalışmada evresel etki değerlendirmesi aşamasında Türkiye'ye ilişkin yerel veriler yeterli olmadığı için başlıca Avrupa envanter verilerinden oluşan bir veritabanından yararlanılmıştır. İleride Türkiye için eksik verilerin belirlenmesi durumunda, yeni verilerle benzer çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak tezde ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerinde ortaya çıkan çevresel etkiler değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, çevresel değerlendirme bağlamında daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için, ısı yalıtım uygulamalarının tüm yaşam dönemleri boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin incelenmesi gerekliliği unutulmamalıdır. Bu anlamda, gerçekleştirilen tez çalışması ilerde bu alanda yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere nc bir nitelik taşımaktadır.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PRODUCTION AND CONSTRUCTION PHASES OF HEAT INSULATION APPLICATIONS WIDELY PREFERRED IN RESIDENTIAL EXTERIOR WALL SYSTEMS IN TURKEY

SUMMARY

Buildings cause serious energy consumption and consecutively environmental effects during their whole life cycle periods. In addition, the production of construction materials and equipments in the industrial processes cause environmental pollution and waste. Because of serious environmental problems during the whole life cycle, environmental sustainability has become an issue of concern for built environment. To decrease the environmental problems, it is necessary to take measures for designing energy efficient buildings and decreasing environmental effects. Heat insulation application is one of the measures which is widely used in Turkey for improving energy efficiency in buildings.

Heat insulation applications play a major role in saving energy during the usage phase of building. On the other hand, only considering the benefits of heat insulation applications in the context of building's usage phase is not enough for assessment the whole life cycle environmental effects of the applications. To determine the whole life cycle environmental effects of heat insulation applications, it is essential to evaluate the production and construction processes of these applications, in terms of environmental impacts.

The aim of this thesis is to assess the production and construction processes of heat insulation applications that help reducing the environmental effects of buildings and protecting the non-renewable sources by saving the energy during their usage phase.

The scope of the thesis consists of three stages. Firstly, the characteristics and production processes of heat insulation materials which are often implemented to residential exterior wall systems, and the construction processes of the applications were examined by using the methods of literature and market research. Consequently, XPS, EPS and rock wool (RW) heat insulation applications were chosen for assessing the environmental impacts of production and construction processes. In these applications the panels were assumed to be applied to outer side of exterior wall using a special anchorage method.

Then the concept of sustainability, sustainable building and construction, environmental assessment and environmental assessment methods were examined. 'Life Cycle Assessment (LCA)' method was selected as the assessment method since it was the most appropriate method in relation with the objective of the study. Moreover, the processes and stages of the LCA method were detailed. An LCA tool, namely SimaPro was also chosen for assessing environmental impacts of production and construction processes.

In the third stage of the study, the production and construction processes of XPS, EPS and rock wool (RW) heat insulation applications, which are widely applied to residential exterior wall systems in Turkey, were analysed with SimaPro simulation tool by using the data obtained in the first and second stages. The pre-production

process data related to extraction of raw materials, and transportation of materials from factory to the construction area were included in the production processes.

This study is a part of a TUBITAK research project with the number of 108K418 named 'Assessing The Use Period Environmental and Economic Sustainability at Building Element Scale of The Existing Residential Stock in Istanbul and Developing The Improvement Proposals'. An impact assessment method named IMPACT 2002+ was used to get results related to environmental impacts. IMPACT 2002+ considered 14 midpoint categories, namely human toxicity (carcinogens and non-carcinogens), respiratory effects (due to inorganics), ionizing radiation, ozone layer depletion, aquatic eco-toxicity, terrestrial eco-toxicity, aquatic acidification, aquatic eutrophication, terrestrial acidification/nitrification, land occupation, global warming, non-renewable energy consumption and mineral extraction. All midpoint scores were expressed in units of a reference substance and related to the four damage categories as human health, ecosystem quality, climate change, and resources.

The results related with environmental impacts were assessed and expressed according to the environmental impact categories under the title of four main topics. These applications were assessed according to the materials used in the application, production and construction processes of the applications and the total effect of production and construction processes.

According to the results:

- When compared the environmental effects of XPS, EPS and RW heat insulation materials, it was determined that RW was the most harmful and EPS was the least harmful insulation material to the environment. Of all the impact categories, non-renewable energy, global warming and respiratory inorganics are the most harmful effects to the environment for all three heat insulation materials. As inputs, crude oil and natural gas have the most contribution to non-renewable energy category. The biggest contribution to the global warming category comes from the carbon dioxide gas released into the air during material's production processes in all applications. In respiratory inorganics category, the environmental effect of RW material's production process is 78% more than XPS's and 90% more than EPS's. This case is resulting from particulates released into the air during RW's production process and extraction of basalt used in the RW's production process as a raw material.
- When compared the production processes of XPS, EPS and RW heat insulation applications in terms of environmental effects, it was determined that RW was the most harmful and EPS was the least harmful insulation application to the environment as similar to the results of heat insulation materials. EPS application has 46% and XPS application has 22% less environmental impacts than RW application.
- When compared the construction processes of XPS, EPS and RW heat insulation applications in terms of environmental effects, it was determined that RW was the most harmful and EPS was the least harmful insulation material to the environment. EPS application has 32% and XPS application has 29% less environmental impacts than RW applications. Of all the impact categories, non-renewable energy, global warming respiratory inorganics and terrestrial ecotoxicity are more harmful impact categories to the environment rather than the other environmental impact categories for all three heat insulation applications. Respiratory inorganics category is the most harmful environmental impact caused by particles released into the air during the transportation of materials from factory to construction area for all applications.

- When compared the production and the construction processes of the applications, it was determined that the effects of production processes are more than ten times of the construction processes.
- When compared the total effect of production and construction processes of XPS, EPS and RW heat insulation applications in terms of environmental effects, it was determined that RW was the most harmful and EPS was the least harmful insulation material to the environment. EPS application is 45% and XPS application is 22% less environmental impacts than RW applications. Of all the impact categories, resources for XPS and EPS applications and human health for RW application are the biggest impact categories.

Since local data related to Turkey was not enough, a database composed of major European inventory data are used. In future, in case of identification of missing data in Turkey, similar researches should be done with the gathered new data.

As a result, in this thesis, environmental impacts occurred during the production and construction processes of heat insulation applications were evaluated. To be able to obtain more realistic results in terms of environmental effects, it should not be forgotten that environmental impacts of heat insulation applications should be examined for whole life cycle periods. In this sense, this study has a leading role for researches working on this field.

1. GİRİŞ

Binalar yaşam dönemleri boyunca enerji tüketimine ve buna bağlı olarak çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu tüketim ve etkilerin, dünya çapında tüketilen enerjinin ve sera gazı emisyonları toplamının büyük bir kısmını oluşturması, binalarda enerji etkinliğin geliştirilmesi isteğini ortaya çıkarmıştır. Bu isteği karşılamak ve enerji etkin binalar tasarlayabilmek için, binalarda ısı yalıtımı konusu giderek önem kazanmıştır (Jelle, 2011). Bununla birlikte, bina enerji etkinliğini arttırmaya yönelik olarak uygulanan ısı yalıtımı sistemlerinin çevreye olan etkisini tümüyle değerlendirebilmek için, yaşam dönemi çevresel etkilerinin de incelenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de binaların enerji etkinliğini arttırmak üzere konut binalarında sıklıkla yapılan uygulama dış kabuğun yalıtılmasıdır. Dış kabuğun yalıtılmasında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri bağımsız bir şekilde enerji üreten ya da tüketen sistemler değildir; fakat bina kabuğunu oluşturan karmaşık yapının bir parçasıdır. Bu yüzden, binalarda tasarım ve yapım aşamalarının gerekli bir parçası olarak değerlendirilmeleri gerekmektedir (Papadopoulos, 2004).

Enerji tasarrufu sağlayarak binaların neden olduğu çevresel etkilerin azaltılmasında etkili olan ısı yalıtım uygulamalarını sadece binaların kullanım süreci boyunca sağladıkları fayda kapsamında değerlendirmek yeterli değildir. Isı yalıtım uygulamalarının çevresel değerlendirmesini yapabilmek için, binaların kullanım sürecinde sağladıkları faydanın yanı sıra üretim ve yapım süreçlerinde neden oldukları çevresel etkilerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Anlatılan gerekliliklerin yanı sıra, Türkiye’de çoğu konut binasının yalıtımsız olması nedeniyle oluşan enerji tüketimini azaltmak amacıyla, zorunlu hale getirilen ısı yalıtımı uygulamalarından çevresel etkileri en aza indirecek olan uygulamanın seçilmesi konusunda yapılan çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple, tez çalışmada ısı yalıtım uygulamalarının çevresel değerlendirme bağlamında araştırılması ve çalışma sonucunda elde edilen verilerden mimarların ya da bina kullanıcılarının yararlanması öngörülmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı; enerji tasarrufu sağlayarak binalarda oluşan çevresel etkilerin azalmasına ve yenilenemeyen kaynakların korunmasına yardımcı olan ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerini çevresel açıdan ele alarak bu süreçlerde ortaya çıkan çevresel etkileri değerlendirmektir.

1.2 Tezin Kapsamı

Tez çalışması, 'İstanbul'daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi ve Katkı Sağlayacak İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi' adlı 108K418 no'lu bir TÜBİTAK araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

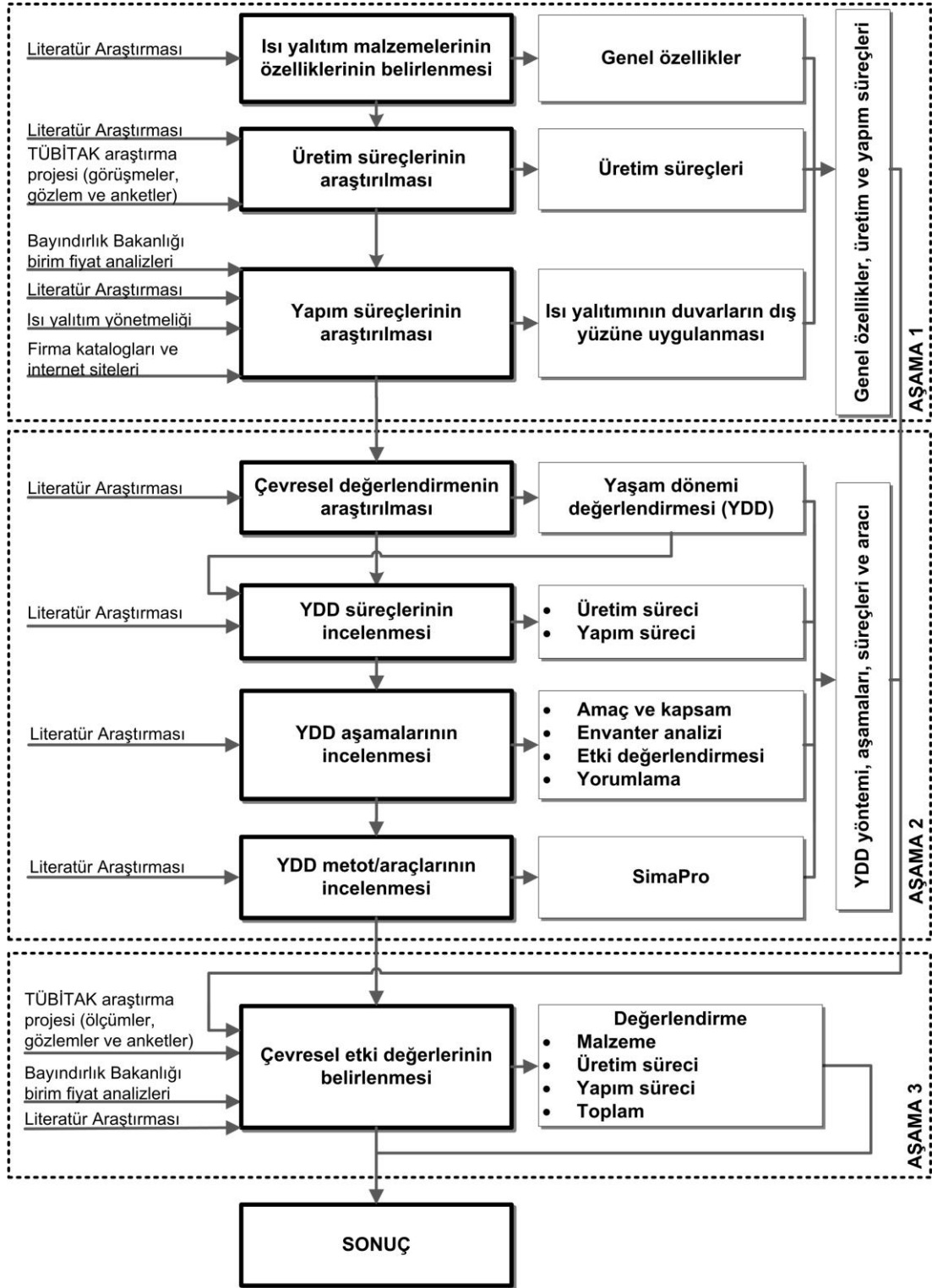
Çalışma; konut dış duvar sistemlerinde sıklıkla gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri ve üretim süreçleri ile uygulamalarının yapım süreçlerinin incelenmesi, çevresel değerlendirme kavramı ile çevresel değerlendirme yöntemlerinin araştırılması ve İstanbul'daki konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçlerinin 'Yaşam Dönemi Değerlendirmesi' yöntemi ile analiz edilerek ortaya çıkan çevresel etkilerin değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Bu süreç Şekil 1.1'de ortaya koyulmuştur.

Birinci aşamada literatür araştırması ile TÜBİTAK araştırma projesi kapsamında yapılan görüşmeler, gözlemler ve anketler doğrultusunda konut dış duvar sistemlerinde sıklıkla kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin genel özellikleri ve üretim süreçleri ile ısı yalıtım uygulamalarının yapım süreçleri incelenmiştir. Bu incelemede Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerinden, ısı yalıtım yönetmeliğinden, firma katalogları ve internet sitelerinden yararlanılmıştır.

İkinci aşamada literatür araştırması ile çevresel değerlendirme kavramı sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir bina ve yapım, çevresel sürdürülebilirlik, çevresel değerlendirme ve değerlendirme yöntemleri konuları irdelenmiştir. Çevresel değerlendirme yöntemlerinden 'Yaşam Dönemi Değerlendirmesi' yöntemi üçüncü bölümde yapılacak olan uygulama için seçilerek süreçleri, aşamaları, metot ve araçları araştırılmıştır.

Üçüncü aşamada, birinci ve ikinci aşamada elde edilen bilgiler doğrultusunda İstanbul'da konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen XPS, EPS ve taş yünü (TSY) ısı yalıtım uygulamaları, yaşam dönemi değerlendirmesi yöntemi

çerçevesinde analiz edilerek ortaya çıkan çevresel etkilerin kullanılan malzemelere göre, üretim süreçlerine göre, yapım süreçlerine göre ve üretim ile yapım süreçleri toplamına göre değerlendirmeleri yapılmıştır.



Şekil 1.1 : Tezin kapsamı.

1.3 Tezin Yöntemi

Çalışmada kullanılan yöntemler; veri toplama ve benzetim yöntemleridir.

Veri toplanması; literatür araştırmaları, ölçüm, gözlem, anket ve kişisel görüşmeler ile sağlanmıştır. Çevresel etki değerlendirmesi kavramı ile yöntemleri, konut dış duvar sistemlerinde kullanılan ısı yalıtım malzemeleri özellikleri ile üretim ve yapım süreçlerine ilişkin bilgi literatür araştırmalarından, TÜBİTAK araştırma projesi kapsamında yapılan ölçüm, gözlem ve anket sonuçlarından, Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerinden ve ilgili firmalarla yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

Benzetim yöntemi, konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının ‘Yaşam Dönemi Değerlendirmesi’ yöntemi ile çevresel etki analizinin yapılmasında kullanılmıştır. Bu yöntemde; veri toplama yöntemiyle elde edilen bilgiler çevresel etki analizi yapabilen bir benzetim programına girdi olarak girilmekte ve elde edilen sonuçlar analiz edilmektedir.

2. TÜRKİYE'DE KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİ

Yapı sektöründe yenilenemeyen ve belirli enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması hatta tükenmesi olasılığı, 1950 yılı ve sonrasında ısı yalıtım malzemelerinin yapılara uygulanması gerekliliğini ön plana çıkarmaya başlamıştır. Bu gerekliliğin bir diğer nedeni ise, dış duvarların teknolojik ve yapısal gelişmeler doğrultusunda incelenmesi ve bu nedenle fiziksel sorunlarla karşılaşılmasıdır (Toydemir ve diğ., 2004). Enerji tasarrufunun yanı sıra, binaların enerji davranışında optimizasyona gidilmesi ihtiyacı, kentsel çevre kalitesine odaklanan kamusal ve bilimsel tartışmalar aracılığıyla da kabul ettirilmeye çalışılmaktadır. Enerji etkin binaların artması, özellikle küçük ve orta ölçeklerde, harcanan fosil yakıt miktarını ve buna bağlı olarak havaya salınan karbondioksit ve sülfür oranlarını düşürmektedir (Papadopoulos ve Giama, 2006).

Türkiye'de harcanan enerjinin üçte birinden fazlası ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilmektedir. Bu konuda binalar için alınabilecek en önemli önlem, soğuk bölgelerde ısı kayıplarını sıcak bölgelerde ise ısı kazançlarını önlemek, yani ısı yalıtımı yapmaktır. Yeni yapılacak ya da büyük ölçüde yenileme gereken konut ve ticari binalarda gerçekleşen ısı yalıtım uygulamaları kurallarını içeren *TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları* standardı revize edilerek, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği ile birlikte 14.06.2000 tarihinden itibaren yapılacak tüm binalarda uyulması gereken zorunlu standart olarak belirlenmiştir (Keskin, 2010). TS 825 standardı ile birlikte Türkiye'de ısı yalıtım uygulamalarını destekleyen diğer mevzuatlar 29.06.2001 tarihinde yayımlanan *Yapı Denetimi Hakkında Kanun* ve 05.12.2008 tarihinde yayımlanan *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği*'dir. Bu yönetmelikle Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır (Keskin, 2010).

Isı yalıtımı farklı sıcaklıklarda olan iki ortam arasındaki ısı geçişinin azalması için yapılan uygulamalardır (İzoder, 2011). Isı yalıtım malzemelerinin bina dış kabuğunu oluşturan yapı elemanlarına uygulanmasıyla bina iç ve dış ortamı arasındaki enerji akışı kontrol altına alınmaktadır (IEA, 2008).

İzleyen alt bölümlerde konut dış duvar sistemlerinde en çok uygulanan ve tez kapsamında ele alınan ısı yalıtım malzemelerinin genel özellikleri ile üretim ve yapım süreçleri anlatılmaktadır. Tez kapsamında yapılacak olan benzetim çalışmalarında; uygulama yöntemi ve yardımcı malzemeler aynı kalmak koşulu ile, sadece ısı yalıtım malzemelerinin değişiminden elde edilen farklı yalıtım uygulamaları karşılaştırılacaktır.

2.1 Konut Dış Duvar Sistemlerinde Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri Genel Özellikleri ve Üretim Süreçleri

Bir malzemenin yalıtım etkisi, malzeme içindeki hava boşluklarının küçülmesi, çok sayıda ve dengeli şekilde dağılmış olmasıyla artmaktadır. Boşluktaki sabit havanın ısı iletkenliği boşluksuz katı maddeye göre daha azdır (Hegger ve diğ., 2006). DIN 4108 standardına göre ısı iletkenlik değeri $\lambda < 0.1$ W/mK olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak sınıflandırılmaktadır. Bu malzemeler; üretim süreçleri veya kimyasal bileşenleri sebebiyle hava ya da gaz içeren kapalı veya açık gözenekli yapıya sahiptirler (Toydemir ve diğ., 2004). Isı yalıtım malzemeleri; konforlu ve hijyenik bir iç mekan iklimlendirmesi sağlamak, ısı geçişini azaltmak, yaz aylarında aşırı ısınmayı önlemek, malzemeye bağlı olarak ses yalıtımı yapmak, yapıyı yoğunlaşma ve donmadan korumak gibi çok sayıda işlevi yerine getirirler (Hegger ve diğ., 2006).

Isı yalıtım malzemelerinden beklenen özellikler:

- Yeterli çekme ve basınç dayanımına sahip olması (malzeme mukavemeti yeterli olmadığında ezilme ihtimaline karşı önlem alınması)
- Genleşmeye karşı dayanıklı olması ve eğilme gerilmelerini karşılayabilmesi
- Koşullara uygun olarak su buharına karşı geçirimli ya da geçirimsiz olması
- Birim hacim ağırlıklarının düşük olması
- Yüksek ısı tutuculuk özelliğinin olması (genel olarak ısı yalıtım malzemelerinde olması gerekmektedir, fakat malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları kullanıldıkları koşullara göre değişiklik gösterir)
- Boyutsal kararlılıkta olması; şekil ve hacim değiştirmemesi
- Malzemenin kolay işlenebilir olması
- Kimyasal etmenlere karşı dayanıklı olması (kimyasallara karşı yapısal özelliklerini kaybetmemesi gerekmektedir)

- Yanmazlık ve alev geçirmezlik özelliğinin olması ya da kullanım yerine bağlı olarak belirtilen sıcaklıklarda ısıya dayanıklı olması
- Parazitleri barındırmama ve parazitlere dayanıklı olması
- Su ve nemden etkilenmemesi ya da korunması
- Sıva tutuculuk özelliğinin olması (az ısı yalıtım malzemesinde bulunan bir özellik olmasına karşın son yıllarda yumuşak veya gevşek ısı yalıtım malzemelerinin üzerine de sıva uygulanabilmektedir)
- Çürümezlik özelliğinin olması (malzemenin hizmet ömrünün uzunluğu açısından önem taşımaktadır)
- Kokusuzluk özelliğinin olması (malzemenin uygulama ve sonrasında kullanım aşamasında kullanıcıları rahatsız etmemesi için gereklidir)
- Ekonomik olması (malzemelerin diğer sayılan tüm özelliklerinin yanı sıra göz önünde bulundurulması gereken önemli bir özelliktir)

olarak özetlenebilir (Toydemir ve diğ., 2004).

Isı yalıtım malzemeleri çeşitli kaynaklarda farklı başlıklar altında sınıflandırılmaktadır. Hegger ve diğ. (2006), *Construction Materials Manual* kitabında ısı yalıtım malzemeleri ham maddesine göre;

- Organik kökenli ısı yalıtım malzemeleri (doğal: keten, kenevir, koton, hindistan cevizi lifi; sentetik: polyester lifi, genleştirilmiş poliüretan köpük, genleştirilmiş polistiren köpük)
- İnorganik kökenli ısı yalıtım malzemeleri (doğal: genleştirilmiş kil, genleştirilmiş perlit, ponza; sentetik: kalsiyum silkat, cam yünü ya da taş yününden yapılan mineral yünü, cam köpüğü)

olarak iki guruba ayrılmaktadır.

IEA (2008), *Promoting Energy Efficiency Investments* adlı raporunda ısı yalıtım malzemelerini ağırlıklarına göre;

- Hafif ısı yalıtım malzemeleri
 - Mineral kökenli hafif ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü, perlit, genleştirilmiş kil, cam elyaf)
 - Petek yapılı plastik hafif ısı yalıtım malzemeleri (genleştirilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, poliüretan)

- Bitkisel kökenli hafif ısı yalıtım malzemeleri (mantar, koton, hindistan cevizi lifi, keten lifi)
- Ağır ısı yalıtım malzemeleri (pişmiş toprak tuğla, ahşap, kenevir, kireç duvarlar, gözenekli beton bloklar)

başlıkları altında ele almaktadır.

Toydemir ve diğ. (2004), *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme* kitabında ısı yalıtım malzemelerini;

- Doğada varoluşuna ve kökenine göre ısı yalıtım malzemeleri
 - Doğada varolan malzemelerden üretilen ısı yalıtım malzemeleri
 - ◆ Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım malzemeleri (mantar, yumuşak ahşap lif, keten, pamuk, hindistan cevizi lifi, saman, pirinç kabuğu, saz, kamış)
 - ◆ Mineral kökenli ısı yalıtım malzemeleri (asbest, taş yünü, cam lifleri, cam köpüğü, genleştirilmiş mika, genleştirilmiş kil)
 - Doğada var olmayan ve sentetik olarak üretilen ısı yalıtım malzemeleri (polistiren, poliüretan, polivinilklorür, polietilen)
- Bünye yapısına göre ısı yalıtım malzemeleri
 - Lifsel yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri (pamuk, yün, saman, yosun lifleri, asbest lifi, cam lifi, taş yünü)
 - Daneli yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri (genleştirilmiş mantar, genleştirilmiş mika, perlit)
 - Köpük ya da sünger yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri (gazbeton türleri, süngertaşı, cam köpüğü, tüm sentetik köpükler, tuğla, genleştirilmiş kil, genleştirilmiş mika)
 - Kompozit yapıda olan ısı yalıtım malzemeleri (bağlayıcı madde aglomereleri: perlit betonu, genleştirilmiş polistiren betonu, genleştirilmiş agregalı alçı; liflerle donatılı kompozitler: çimento bağlayıcılı ahşap talaşı, bakalitli cam yünü, asfalt bağlayıcılı cam yünü; lamine kompozitler: iki yüzü asbestli çimento, iki yüzü ahşap talaş levha, ortası genleştirilmiş polistiren köpükten oluşan levhalar, bir yüzü kartonlu alçı levha)

olarak detaylandırmaktadır.

Pfundstein ve diğ. (2008), *DETAIL Practice; Insulating Materials – Principles, Materials, Applications* kitabında ısı yalıtım malzemelerini;

- İnorganik ısı yalıtım malzemeleri
 - Sentetik olan inorganik ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü, cam köpüğü, seramik elyaf)
 - Doğal olan inorganik ısı yalıtım malzemeleri (genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş mika, genleştirilmiş kil, ponza)
- Organik ısı yalıtım malzemeleri
 - Sentetik olan organik ısı yalıtım malzemeleri (sert poliüretan köpük, genleştirilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, polietilen köpük)
 - Doğal olan organik ısı yalıtım malzemeleri (keten, kenevir, koton, mantar yalıtım levhası, odun lifi, odun yünü)
- Yeni geliştirilen ısı yalıtım malzemeleri (saydam ısı yalıtım malzemeleri, değiştirilebilir ısı yalıtımı, nano gözenekli köpükler)

olarak sınıflandırmaktadır.

Dış duvarlarda, DIN 4108-10 standardına uygun, sıva arkasına uygulanan ısı yalıtım malzemeleri; cam yünü, taş yünü, cam köpüğü, genleştirilmiş perlit ve genleştirilmiş mika gibi inorganik kökenli ısı yalıtım malzemeleri ile genleştirilmiş polistiren, ekstrüde polistiren, fenolik köpük, odun yünü, odun lifi ve mantar yalıtım levhası gibi organik kökenli ısı yalıtım malzemeleridir (Pfundstein ve diğ., 2008).

Türkiye’de üretilen ve ithal edilen ısı yalıtım malzemeleri; cam yünü ve taş yünü gibi inorganik kökenli ısı yalıtım malzemeleri ile polistiren, poliüretan, kauçuk ve poliüretan köpük gibi organik kökenli ısı yalıtım malzemeleridir (İzocam, 2002).

Tez kapsamında; Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde en çok kullanılan ısı yalıtım malzemeleri olan ekstrüde polistiren, genleştirilmiş polistiren ve taş yünü malzemelerinin genel özellikleri ve üretim süreçleri izleyen paragraflarda detaylandırılmıştır.

2.1.1 Ekstrüde polistiren ısı yalıtım malzemesi

Polistiren veya polistirenin kopolimerlerinden genleştirilip ekstrüde edilerek imal edilen, kapalı hücre yapısına sahip, sert gözenekli plastik esaslı yalıtım malzemesine ekstrüde polistiren köpük (XPS) denir (TS EN 13164, 2010). Düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip, yüksek basınç mukavemetli ve neme karşı dayanıklıdır

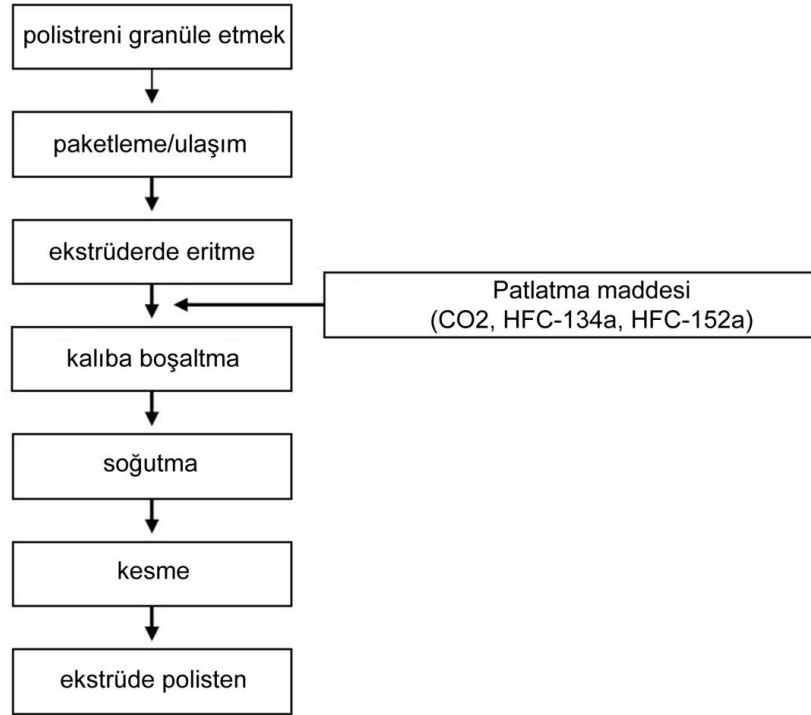
(Pfundstein ve diğ., 2008). Isı Yalıtımı Sanayicileri ve Tedarikçileri Birliği (1999) tarafından Yalıtım Sanayisi El Kitabı'nda yer alan XPS ısı yalıtım malzemesi özellikleri Çizelge 2.1'de yer almaktadır (Karakoç ve diğ., 2011).

Çizelge 2.1 : Ekstrüde Polistiren Köpük (XPS) özellikleri (Karakoç ve diğ., 2011).

Yoğunluk	28 – 45 kg/m ³		
Yoğunluğuna Göre Isı İletkenlik Değerleri*			
28 kg/m ³	0.027 W/mK		
32 kg/m ³	0.028 W/mK		
38 kg/m ³	0.025 W/mK		
45 kg/m ³	0.026 W/mK		
Kullanım Sıcaklık Aralığı	-50 - 80°C		
Yangın Karakteristikleri			
BS476 4. Bölüm'e göre Yanabilirlik:	Yanabilir		
BS476 7. Bölüm'e göre Alevin Yüzeyde Yayılması:	Yalıtım Malzemesi: - Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 1		
DIN 4102'ye göre:	B1 Zor Alevlenen		
Bina Yönetmelikleri:	Yalıtım Malzemesi: - Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 0		
Su Buhar Geçişi	Yalıtım Malzemesi: 0.15 ile 0.075 µgm/Nh Kompozit/Alüminyum Kaplama: 0.001 g/(s.MN)		
Mekanik Özellikler			
	28 kg/m³	38 kg/m³	45 kg/m³
Basma Mukavemeti	250kPa	500kPa	700kPa
Bükme Mukavemeti	450kPa	650kPa	800kPa
Gerilme Mukavemeti	365kPa	465kPa	900kPa
Kalınlık Aralığı	20 - 60 mm arası (piyasada bulunan)		
* Ortalama Sıcaklık 10°C'dir.			

XPS üretim sürecinde Şekil 2.1'de adımlandırıldığı gibi; yüksek basınç altında granül halindeki polistirene katkı maddeleri eklenerek ekstrüderde 200°C'de eritilip şişirici gazlar enjekte edilmektedir. Eritilmiş sıcak ve yoğun karışım ekstrüderden kalıba dökülerek çıkarılmaktadır. Çıkış işlemi sırasında basınç kaybına bağlı olarak şişirici gazların genişlemesiyle polistiren köpük %98 oranında homojen ve kapalı hücre yapısına sahip levha şeklini almaktadır. Bu levha, soğutma işleminden sonra kesilerek istenilen ölçülerde boyutlandırılmaktadır (Pfundstein ve diğ., 2008; url-1).

Üretilen XPS levhalar paketlenerek depolanmaktadır. Üretim süreci sonrasında açığa çıkan defolu ve atık malzemeler fan aracılığı ile toplanarak ekstrüdere gönderilmekte ve yeniden ham madde olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1 : XPS üretim süreci (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

XPS üretimi belirli miktarda atık ısı yaratmaktadır. XPS üretimi sırasında açığa çıkan emisyonları; etan (R134a + HFC-152a), ve stiren oluşturmaktadır (Ecoinvent CD-ROM, 2007). Çizelge 2.2’de XPS üretimindeki şişirici gazlar ve emisyon verileri görülmektedir.

Çizelge 2.2 : XPS üretimindeki şişirici gazlar ve emisyonlar (Ecoinvent CD-ROM).

		Ağırlık (%)	Formül	Miktar(kg)
Şişirici Gaz**	CO ₂	Şişirici gazlar için toplam girdinin %50’si	0.50*0.07*1.0	0.0350
	HFC-134a	Şişirici gazlar için toplam girdinin %25’i	0.25*0.07*1.0	0.0175
	HFC-152a	Şişirici gazlar için toplam girdinin %25’i	0.25*0.07*1.0	0.0175
Emisyon	R134a	%17.5 üretim sırasında şişirici gaz kayıpları	0.175*0.0175	0.00306
	HFC-152a	%17.5 üretim sırasında şişirici gaz kayıpları	0.175*0.0175	0.00306

** Tüm şişirici gazlar XPS üretim sürecinde yer alan tüm girdinin %7’sini oluşturmaktadır (1kg için 0.07kg)

Kullanılmış, temiz XPS levhaları yerel yönetim kurallarına bağlı kalınarak salt ısı yalıtım malzemesi olarak ya da diğer inşaat atıkları ile birlikte gömülebilir. İdeal bir senaryo ise yapının sökülmesi ile elde edilen zarar görmemiş levhaların doğrudan yeniden kullanılmasıdır. Atık yakma tesislerinde yanma yoluyla enerji üretimi de diğer bir seçenektir (Pfundstein ve diğ., 2008).

2.1.2 Genleştirilmiş polistiren ısı yalıtım malzemesi

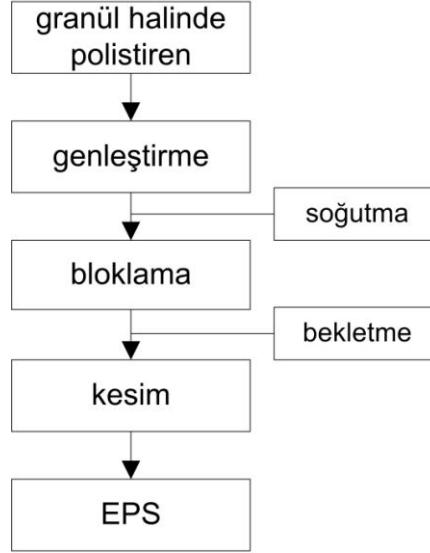
Polistirenin genleştirilmesiyle veya polistirenin diğer kopolimerlerinden oluşan taneciklerin kalıplara konularak şişirilmesi ile üretimi gerçekleştirilen, içi hava dolu kapalı hücreli yapısına sahip rijit hücresel plastik malzemedir (TS EN 13163, 2010). Genleştirilmiş polistiren (EPS), polistirenin ısı ile biçimlendirilmiş halidir (Ecoinvent CD-ROM, 2007). Nem tutuculuk veya çürüme gibi özellikleri olmayan iyi bir ısı yalıtım malzemesidir. Isı Yalıtımı Sanayicileri ve Tedarikçileri Birliği (1999) tarafından Yalıtım Sanayisi El Kitabı'nda yer alan EPS ısı yalıtım malzemesi özellikleri Çizelge 2.3'te yer almaktadır (Karakoç ve diğ., 2011).

Çizelge 2.3 : Genleştirilmiş Polistiren Köpük (EPS)
özellikleri (Karakoç ve diğ., 2011).

Yoğunluk	15 – 30 kg/m ³
Yoğunluğuna Göre Isı İletkenlik Değerleri*	
15 kg/m ³	0.038 W/mK
20 kg/m ³	0.035 W/mK
25 kg/m ³	0.033 W/mK
30 kg/m ³	0.033 W/mK
Kullanım Sıcaklık Aralığı	-100 - 80°C
Yangın Karakteristikleri	
BS476 4. Bölüm'e göre Yanabilirlik:	Yanabilir
BS476 7. Bölüm'e göre Alevin Yüzeyde Yayılması:	Yalıtım Malzemesi: - Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 1
Bina Yönetmelikleri:	Yalıtım Malzemesi: - Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 0
Su Buhar Geçiş	Yalıtım Malzemesi: 25 µgm/Nh
	Kompozit/Alüminyum Kaplama: 0.001 g/(s.MN)
Mekanik Özellikler	
Basma Mukavemeti	70 kN/m ² 'de %10 deformasyon
Bükme Mukavemeti/Gerilme Mukavemeti	N/A
Kalınlık Aralığı	13 - 610 mm (piyasada bulunan)
* Ortalama Sıcaklık 10°C'dir.	

EPS üretim süreci stirenin şişirici gaz yardımıyla polimerizasyonu sonucu polistiren granülleri elde edilerek başlar. Cam boncuklara benzeyen 3 mm çapındaki bu granüller su buharı yardımı ile hacminin 20 ila 50 katı kadar genleştirilir. Bu süreçte

şişirici gaz püskürtülür. İşlemlerin devamında yapılan soğutma sürecinde boncuklar buharla ikinci kez genişler ve bu onların bir araya gelerek homojen bir malzeme olarak şekillenmesini sağlar. Üretilen geniş ve uzun yapıdaki bloklar bekletme sürecinden sonra istenilen boyutlarda kesilir (Pfundstein ve diğ., 2008). Daha sonra paketlenerek depolanır. EPS üretim süreci adımları Şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2 : EPS üretim süreci (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

EPS üretim sürecinde polistiren üretim süreci emisyonları dışında çevreye zararlı bir emisyon verisi bulunmamaktadır. Granüllerin şişirilerek boncuk hücrelerin elde edilmesinde pentan gazı kullanılmaktadır (Ecoinvent CD-ROM, 2007). EPS üretim süreci ve kullanımı sağlığı tehdit eden herhangi bir risk taşımamaktadır. Pentanın şişirici gaz olarak kullanılması prensipte çok düşük bir çevresel etki yaratmaktadır (Pfundstein ve diğ., 2008).

2.1.3 Taş yünü ısı yalıtım malzemesi

Taş yünü (TSY) ısı yalıtım malzemesi ağırlıklı olarak volkanik kayaların eriyiklerinden üretilen mineral yünüdür (ISO 9229, 2007). Diyabaz, dolomit ve kireç taşı gibi çeşitli kayalardan üretilir. Isı yalıtımı, yangından korunma ve ses yalıtımı gibi farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Pfundstein ve diğ., 2008). Yoğunlukları 20-200 kg/m³ arasında değişmektedir ancak genelde yoğunluğu 30-100 kg/m³ aralığındaki ürünler kullanılmaktadır (Karakoç ve diğ., 2011). Isı Yalıtımı Sanayicileri ve Tedarikçileri Birliği (1999) tarafından Yalıtım Sanayisi El Kitabı’nda yer alan düşük yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu TSY ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri Çizelge 2.4’te ve Çizelge 2.5’te gösterilmektedir (Karakoç ve diğ., 2011).

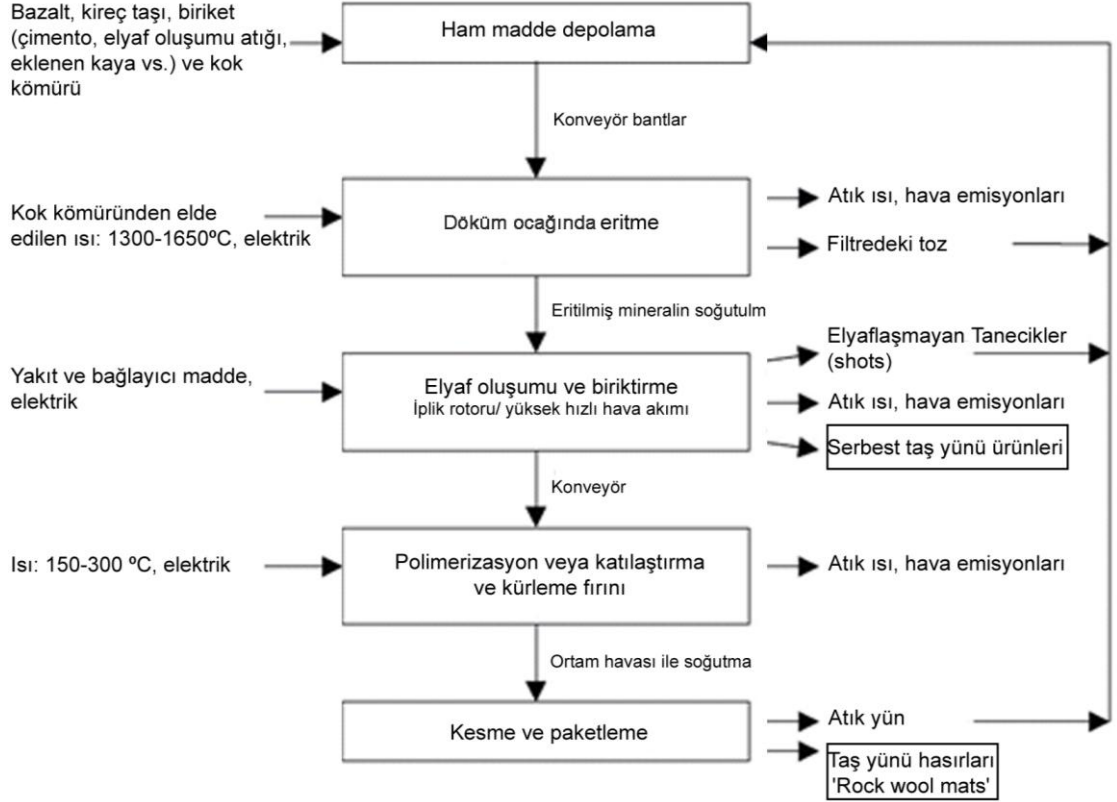
Çizelge 2.4 : Düşük Yoğunluklu TSY ısı yalıtım malzemesi özellikleri (Karakoç ve diğ., 2011).

Yoğunluk	28 – 80 kg/m ³		
Yoğunluğuna Göre Isı İletkenlik Değerleri*			
45 kg/m ³	0.033 W/mK		
60 kg/m ³	0.033 W/mK		
80 kg/m ³	0.033 W/mK		
Kullanım Sıcaklık Aralığı	0 - 800°C		
Yangın Karakteristikleri			
BS476 4. Bölüm'e göre Yanabilirlik:	Yanmaz		
BS476 7. Bölüm'e göre Alevin Yüzeyde Yayılması:	Yalıtım Malzemesi: Sınıf 1		
Bina Yönetmelikleri:	Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 1		
	Yalıtım Malzemesi: Sınıf 0		
	Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 0		
Su Buhar Geçışı			
	Yalıtım Malzemesi: 542 µgm/Nh		
	Kompozit/Alüminyum Kaplama: 0.001 g/(s.MN)		
Mekanik Özellikler	45 kg/m ³	60 kg/m ³	80 kg/m ³
Basma Mukavemeti (kN/m ²)	3	7,5	10,5
Bükme Mukavemeti/Gerilme Mukavemeti	N/A		
Kalınlık Aralığı	20 - 120 mm (piyasada bulunan)		
* Ortalama Sıcaklık 10°C'dir.			

Çizelge 2.5 : Yüksek yoğunluklu TSY ısı yalıtım malzemesi özellikleri (Karakoç ve diğ., 2011).

Yoğunluk	100 – 200 kg/m ³		
Yoğunluğuna Göre Isı İletkenlik Değerleri*			
100 kg/m ³	0.033 W/mK		
140 kg/m ³	0.033 W/mK		
200 kg/m ³	0.034 W/mK		
Kullanım Sıcaklık Aralığı	0 - 800°C		
Yangın Karakteristikleri			
BS476 4. Bölüm'e göre Yanabilirlik:	Yanmaz		
BS476 7. Bölüm'e göre Alevin Yüzeyde Yayılması:	Yalıtım Malzemesi: Sınıf 1		
Bina Yönetmelikleri:	Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 1		
	Yalıtım Malzemesi: Sınıf 0		
	Kompozit/Alüminyum Kaplama: Sınıf 0		
Su Buhar Geçışı	Yalıtım Malzemesi: 542 µgm/Nh		
	Kompozit/Alüminyum Kaplama: 0.001 g/(s.MN)		
Mekanik Özellikler	100 kg/m ³	140 kg/m ³	200 kg/m ³
Basma Mukavemeti (kN/m ²)	13	14,5	16
Bükme Mukavemeti/Gerilme Mukavemeti	N/A		
Kalınlık Aralığı	20 - 120 mm (piyasada bulunan)		
* Ortalama Sıcaklık 10°C'dir.			

TSY üretim süreci Şekil 2.3'te detaylandırıldığı gibi; ham madde depolama, fırında eritme, elyaf haline getirme ve biriktirme, polimerizasyon veya katılaştırma, kütleme, kesme ve paketleme aşamalarından oluşmaktadır (Ecoinvent CD-ROM, 2007).



Şekil 2.3 : TSY üretim süreci (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

Çizelge 2.6 İsviçre'deki Flumroc firmasının 2001 yılı için verdiği TSY üretim sürecinde yer alan tüm girdileri ve çıktıları içermektedir. Girdiler; mineral kaynaklar ve bağlayıcı maddeler, çıktılar ise esas/yan ürün ve emisyonlardır. Üretim süreci emisyonları; TSY ham maddelerinden kaynaklanan CO₂ ve su'dur (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

Çizelge 2.6 : Flumroc firması TSY üretim sürecigirdi ve çıktıları (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

TAŞ YÜNÜ ÜRETİM SÜRECİ GİRDİ-ÇIKTI VERİLERİ		[kg/a]
GİRDİLER	Mineral Kaynaklar	Dolomit 2670562
		Bazalt 23865848
		Briket için katkıları 15969200
		Briket için çimento 5384300
	Bağlayıcı Maddeler	Fenol reçine 831743
		Formaldehit reçine 2317745

Çizelge 2.6 (devam): Flumroc firması TSY üretim süreci girdi ve çıktıları (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

GİRDİLER	Bağlayıcı Maddeler	Üre reçine	518700
		Amonyak	325260
		Amonyum hidrojen karbonat	56600
		Su geçirmez yakıt (waterproofing oil)	134704
		Kalsiyum hidroksit	42000
	Toplam		52116662
ÇIKTILAR	Esas ürün	Taş yünü	45159771
	Yan ürün	Ham demir	1109560
	Ham maddeden oluşan emisyonlar	CO ₂ ve su	5847331
	Toplam		52116662

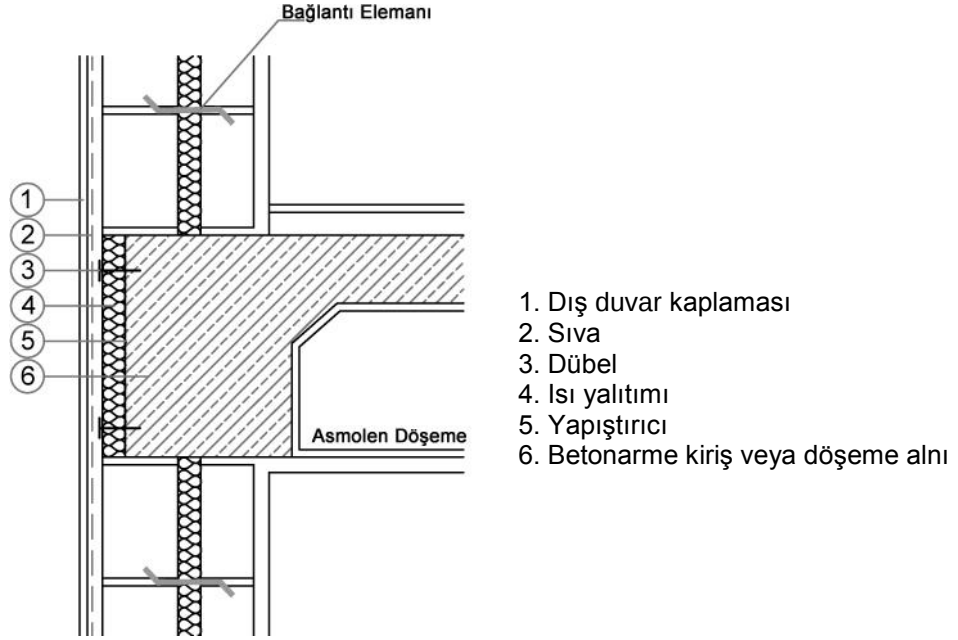
2.2 Konut Dış Duvar Sistemlerinde Gerçekleştirilen Isı Yalıtım Uygulamaları Yapım Süreçleri

Isı yalıtım uygulaması dış kabuğun ısı geçirgenlik değerini azaltmak, ısı kayıplarını önlemek, enerji tüketimini azaltmak ve sağlıklı bir ortam yaratabilmek amacıyla yapılmaktadır (İzocam, 2002). Dış duvar tasarımında duvar gövdesi ısı direncini sağlayamadığı durumlarda, ısı yalıtım katmanı duvara içten ya da dıştan uygulanabilir (Toydemir ve diğ., 2004).

Isı yalıtım malzemesinin dış duvarların dış yüzeylerine, ince bir sıva gibi çeşitli teknikler ile birlikte uygulanması en iyi ısı yalıtım uygulaması yöntemidir (Meroni ve Caroli, 1995). İzleyen alt başlıklarda dış duvarlarda gerçekleştirilen üç tip ısı yalıtım uygulaması anlatılmaktadır.

2.2.1 İki duvar arasına yapılan ısı yalıtım uygulaması

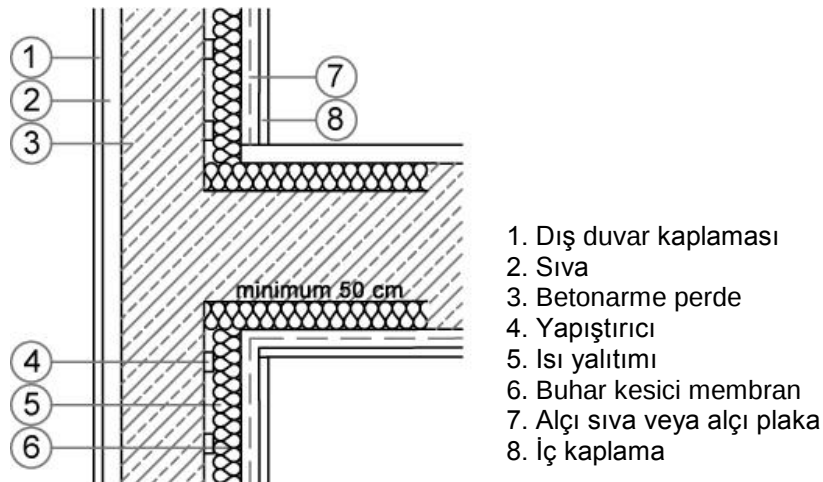
İki ince duvarın ya da bir ince ve taşıyıcı olan bir kalın duvarın arasına yapılan ısı yalıtım uygulamasıdır (İzocam, 2002). Bu tür uygulamalarda ısı köprüsü ve yoğuşma olasılığının yüksek olması göz önünde bulundurulmalıdır (İzoder, 2011). Şekil 2.4'te Isı Yalıtımı Yönetmeliği'ne göre iki duvar arasına yapılan ısı yalıtım uygulaması gösterilmektedir.



Şekil 2.4 : İki duvar arası (sandviç duvar) ısı yalıtım uygulaması (Isı yalıtım yönetmeliği, 2008).

2.2.2 Duvarların iç yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması

Cepheye dıştan ısı yalıtımının yapılamadığı durumlar için önerilmektedir. Konferans, tiyatro ve spor salonu gibi sürekli ısıtılması gerekmeyen mekanlar için uygun bir yalıtım yöntemidir. Bu tür uygulamalarda ısı köprüleri ve yoğuşma oluşmasına karşın önlem alınmalıdır (İzoder, 2011; Isı yalıtım yönetmeliği, 2008; İzocam, 2002). Şekil 2.5'te Isı Yalıtım Yönetmeliği'ne göre bir dış duvarın iç yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması görülmektedir.



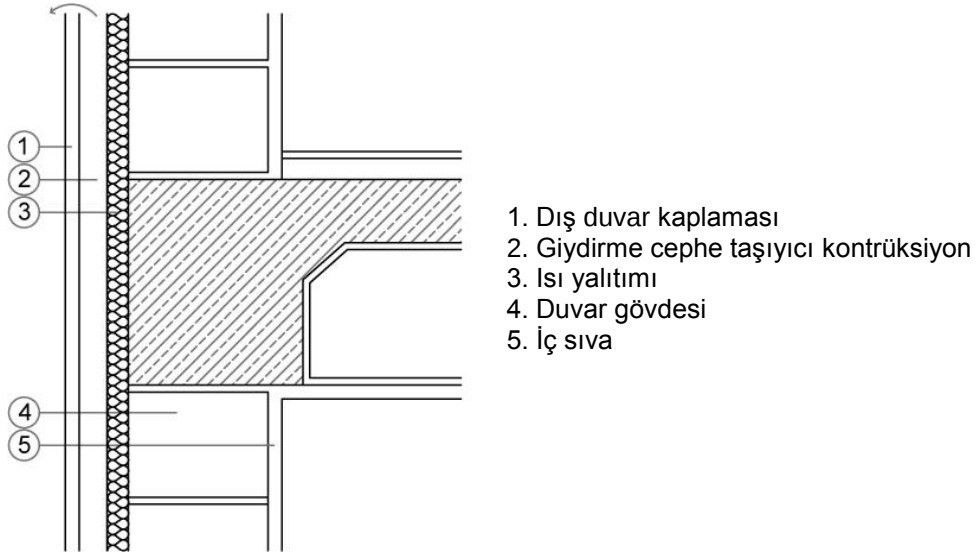
Şekil 2.5 : Duvarların iç yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması (Isı yalıtım yönetmeliği, 2008).

2.2.3 Duvarların dış yüzüne yapılan ısı yalıtım uygulaması

Duvarların dış yüzeyine yapılan ısı yalıtımı, bina kabuğunu oluşturan malzemelerin iç kısımda yani sıcak tarafta kalmasını sağlayarak ısı köprülerini, küf, çatlama ve yoğunlaşma gibi sorunları önlemektedir (İzocam, 2002). Bu yüzden ısı yalıtım malzemelerinin dış duvarların dış tarafına uygulanması yapı fiziği açısından en ideal uygulamadır. Duvarların dış yüzeyine yapılan uygulamalar havalandırılmalı sistemler ve dış DUVAR yalıtım sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır (İzocam, 2002).

2.2.3.1 Havalandırılmalı sistemler

Havalandırılmalı sistemler; ısı yalıtım malzemelerinin levhalar halinde duvar gövdesinin dış yüzeyine monte edilmesi ve en az 5 cm bırakılarak taşıyıcı sistem elemanlarına taşıtılan dış duvar kaplama malzemesinin yerleştirilmesi ile oluşan sistemlerdir. Bu sistemde bina iç mekanından dışarıya çıkmak isteyen buhar hava boşluğuna kadar gelerek buradan dışarıya ulaşmaktadır ve binanın yapı fiziği açısından uzun ömürlü olması sağlanmaktadır (İzocam, 2002). Şekil 2.6'da Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde yer alan havalandırılmalı bir sistem görülmektedir.



Şekil 2.6 : Havalandırılmalı dış duvar ısı yalıtım uygulaması (Isı yalıtım yönetmeliği, 2008).

2.2.3.2 Dış duvar ısı yalıtım sistemleri

Dış duvar ısı yalıtım sistemleri; ısı yalıtım levhalarının duvarın dış yüzüne kaplanarak kolon, lento ve kirişte oluşabilecek ısı köprülerini engellemekte ve etkin bir yalıtım sağlamaktadır (İzocam, 2002). Şekil 2.7'de Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde yer alan bir dış duvar ısı yalıtım sistemi görülmektedir.

Bu sistemin uygulanmasında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri; EPS, XPS ve TSY ısı yalıtım levhalarıdır (Bölüm 2.1.1, 2.1.2 ve 2.1.3). Uygulamada ısı yalıtım levhaları haricinde düzgün yüzey elde etmek, su sızdırmazlığı sağlamak ve düzgün bitişler elde etmek için çeşitli profiller ve yardımcı malzemeler de kullanılmaktadır.



Şekil 2.7 : Dış duvar ısı yalıtım sistemi uygulaması
(Isı yalıtım yönetmeliği, 2008).

Isı yalıtım uygulamalarında kullanılan profiller; ısı yalıtım malzemelerinin döşenmeye başladığı noktada yalıtım levhasını dış ve mekanik etkilerden koruyan ve dengede durmasını sağlayan su basman profilleri; mekanik zorlanmalara karşı bina köşelerini koruma ve pencere kenarlarında düzgün köşe bileşimleri elde etmek için kullanılan köşe profilleri; kapı, pencere lentolarında, balkon ve çıkmaların alt köşelerinde su sızma tehlikesine karşı uygulanan damlalıklı köşe profilleridir (İzoder, 2011).

Isı yalıtım uygulamalarında kullanılan yardımcı malzemeler; yalıtım levhalarının mekanik tespitini yapmak için kullanılan dübeller; yüzey düzeltme sıvası olarak kullanılan çoğunlukla çimento esaslı yüzey düzeltme sıvası; yalıtım levhalarının üzerine uygulanan yüzey sıvasını yüzeyinin hareket etmesini ve gerilmesini önleme amacıyla kullanılan cam ipliğinden dokunmuş donatı filesi; boya öncesi uygulanan, dokulu bir cephe görüntüsü amaçlanan durumlarda boya öncesi uygulanan çimento veya mineral bazlı son kat kaplamalar; dış duvarlarda sıva, beton ve macunlu yüzeylerin boyanması öncesinde boyanın yüzeye tutunmasını kolaylaştıran astar ve ısı yalıtım uygulamasının son katmanını oluşturan boyadır (Url-2).

Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerine göre; XPS, EPS, TSY ısı yalıtım levhaları ile dış duvarların dıştan ısı yalıtımı ve ısı yalıtım sıvası yapılması uygulamalarında bir metrekare uygulama için işin tanımı, yapım şartları ve kullanılan malzemeler Çizelge 2.7, Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9'da yer almaktadır.

Çizelge 2.7 : XPS ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

POZ BİLGİLERİ			
Poz No	19.055/C1 (100 kpa)- 19.055/C2 (200 kpa)		
Tanımı	5 cm kalınlıkta yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı ekstrüde polistren (xps) köpük ısı yalıtım levhaları ile dış duvarların dıştan ısı yalıtımı ve ısı yalıtım sıvası yapılması (yoğunluğu min.25kg/m³ ve basınç dayanımı 100 kpa veya 200 kpa)		
Birimi	m²		
YAPIM ŞARTLARI			
Dış duvarlarda onaylanmış detay ve projesine ve TS 825 standardına uygun olarak 5 cm kalınlığındaki XPS ısı yalıtım levhalarının m²'ye 4 kg gidecek şekilde ısı yalıtım yapıştırıcısı ile duvara yapıştırılarak plastik çivili ısı yalıtım dübeli ile yüzeye tespiti, sonrasında levha üzerine sıva filesi konulduktan sonra m²'ye 4 kg gidecek şekilde ısı yalıtım sıvası yapılması			
MALZEME ANALİZİ			
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.612/4C1A1	Ekstrüde polistren köpük (yüzeyi pürüzlü)	m³	0,0525
04.274/2B1	Plastik çivili ısı yalıtım dübeli	Adet	6,0000
04.480	Isı yalıtım levhaları yapıştırıcısı (çimento esaslı polimer katkı, elastik)	kg	4,0000
04.479	Sıva filesi	m²	1,1000
04.481	Isı yalıtım sıvası (çimento esaslı polimer katkı, elastik)	kg	5,0000
04.031	Su	m³	0,0025

Çizelge 2.8 : EPS ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

POZ BİLGİLERİ	
Poz No	19.055/B
Tanımı	5 cm kalınlıkta ekspande polistren (EPS) köpük ısı yalıtım levhaları ile dış duvarların dıştan ısı yalıtımı ve ısı yalıtım sıvası yapılması (16 kg/m³ yoğunluğunda)
Birimi	m²

YAPIM ŞARTLARI	
Belirtilmemiştir	

MALZEME ANALİZİ			
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.612/2E	Ekspande polistren köpük (zayıyla)	m³	0,0525
04.274/2B1	PlastikÇivili ısı yalıtım dubeli	Adet	6,0000
04.480	Isı yalıtım yapıştırıcısı (çimento esaslı polimer katkılı, elastik)	kg	4,0000
04.479	Sıva filesi	m²	1,1000
04.481	Isı yalıtım sıvası (çimento esaslı polimer katkılı, elastik)	kg	5,0000
04.031	Su	m³	0,0025

Çizelge 2.9 : TSY ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılması (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

POZ BİLGİLERİ			
Poz No	19.055/A1(3cm) - 19.055/A2(4cm) - 19.055/A3(5cm) - 19.055/A4(6cm)		
Tanımı	5 cm kalınlıkta taş yünü ısı yalıtım levhaları ile dış duvarların dıştan ısı yalıtımı ve ısı yalıtım sıvası yapılması		
Birimi	m ²		
YAPIM ŞARTLARI			
Dış duvarlarda, onaylanmış detay projesine ve TS 825 standardına uygun olarak belirlenen kalınlıktaki taş yünü ısı yalıtım levhalarının m ² 'ye 4 kg. gidecek şekilde ısı yalıtım yapıştırıcısı ile duvara yapıştırılarak, çelik çivili ısı yalıtım dübeli ile yüzeye tespiti, levha üzerine sıva filesi konulduktan sonra m ² 'ye 4 kg gidecek şekilde ısı yalıtım sıvası yapılması			
MALZEME ANALİZİ			
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.734/B16A	Taş yünü levha (3-4-5-6 cm kalınlıkta)	m ²	1,0500
04.274/2A1	Çelik çivili ısı yalıtım dübeli	Adet	6,0000
04.480	Isı yalıtım levhaları yapıştırıcısı (çimento esaslı polimer katkı, elastik)	kg	4,0000
04.479	Sıva filesi	m ²	1,1000
04.481	Isı yalıtım sıvası (çimento esaslı polimer katkı, elastik)	kg	5,0000
04.031	Su	m ³	0,0025

Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizi verilerinde ısı yalıtım uygulamalarında ısı yalıtım sıvası üzerine uygulanan son kat dekoratif sıva ya da boya malzeme ve miktarları, ayrı poz numaraları ile belirtilmektedir. Verilerde yer alan son kat dekoratif sıva ya da boyalar; çimento esaslı, termoplastik reçine esaslı, sentetik reçine esaslı, akrilik esaslı ve elastometrik reçine esaslı boyalardır. Isı yalıtım sıvası üzerine son kat dekoratif sıva uygulamasında kullanılabilecek çimento esaslı seçenekler için yapım şartları ve kullanılan malzemeler Çizelge 2.10'da gösterilmektedir (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

Çizelge 2.10 : Son kat dekoratif sıva uygulamasında kullanılabilecek çimento esaslı seçenekler (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

2 mm kalınlıkta beton, sıva ve benzeri yüzeylere çimento esaslı kendinden renkli kaplama yapılması (Her renkte)			
POZ BİLGİLERİ			
Poz No	27.560/10		
Birimi	m ²		
YAPIM ŞARTLARI			
Belirtilmemiştir			
MALZEME ANALİZİ			
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.466/3	Su bazlı astar (renksiz)	kg	0.150000
04.031	Su	m ³	0.010000
04.476/A	Çimento esaslı kendinden renkli sıva	kg	3.100000

Çizelge 2.10 (devam) : Son kat dekoratif sıva uygulamasında kullanılabilen çimento esaslı seçenekler (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

Dış ve iç yüzeyler (çıplak beton ve ince sıva vb) üzerine çimento,mermer tozu ve kimyasal katkılı hazır sıva malzemesi ile her renk, elastik, dekoratif kaplama yapılması			
POZ BİLGİLERİ			
Poz No	27.560/8		
Birimi	m ²		
YAPIM ŞARTLARI			
İç ve dış yüzeylerin iyice temizlenmesi ve ıslatılması, her renk, elastik, dekoratif, yanmaz, su emmez, hazır dış ve iç cephe kaplaması malzemesinin (çimento-mermer tozu ve kimyasal katkılı kuru karışım) su ile karıştırılarak sıva harcının hazırlanması, hazırlanan harçla 1 m ² ye 3,500 kg gelecek şekilde özel püskürtme tabancası ile atılması veya rulo ile sürülmek suretiyle kaplama yapılması			
MALZEME ANALİZİ			
Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.473/1	Her renk, elastik, dekoratif hazır dış ve iç cephe kaplaması	kg	3.500000
04.031	Su	m ³	0.002000

Bayındırlık Bakanlığı verilerine bağlı kalarak Türkiye’de ısı yalıtım uygulamaları yapan firmaların uygulama detayları ise genel olarak aşağıdaki gibi adımlandırılmaktadır (Url-3; Url-4).

- Uygulama yapılacak yüzeyin tozsuz, temiz ve sağlam olması sağlanmalıdır. Delikler ve düzgün olmayan yerler kaba sıva ile düzeltilmelidir.
- Uygulamada kullanılacak yalıtım levhasının kalınlığına göre uygun su basman profili dübellerle uygulama yüzeyinin en alt seviyesine sabitlenmektedir.
- Isı yalıtım levhaları arkasına %40’lık yapıştırma yüzeyi oluşacak şekilde 1-2 cm kalınlığında yapıştırma harcı sürülmektedir. Yapıştırıcı, levha kenarında yaklaşık 5 cm’lik bir çerçeve ve orta kısımda 3 nokta ya da M harfi şeklinde de sürülebilmektedir. Harç uygulama yüzeyindeki bozukluklara bağlı olarak en az 4-5 kg/m² olarak uygulanmalıdır. Bu işlem +5°C ila +30°C sıcaklıkları arasında yapılmalıdır. Isı köprüsü oluşumunun engellenmesi için yapıştırıcı levhaların diğer yüzeylerine bulaştırılmamalıdır.
- Isı yalıtım levhaları yapıştırıcı harç sürüldükten sonra levhaların arasında hiç boşluk kalmayacak şekilde şaşırtmalı ve yatay olarak uygulanmalıdır. Her bir levha yapıştırılma sırasında terazi ile kontrol edilmeli, herhangi bir şaşmaya izin verilmemelidir.
- Mekanik tespit, levhalara uygulanan yapıştırıcı kuruduktan sonra (yaklaşık 24 saat sonra) levhaların birleşim yerleri aynı yüzeyde olacak şekilde

zımparalanarak yüzeye en az 6 adet/m², duvar kenarlarına 8 adet/m² dübel gelecek şekilde uygulanmalıdır. Dübel sayısı belirlenirken bina yüksekliği ve rüzgar yükleri göz önünde bulundurulmalıdır.

- İlk kat sıvası yapımına, mekanik zorlanmaya en fazla maruz kalan köşe birleşimlerinden başlanmaktadır ve darbelere dayanıklı, düzgün köşeler elde etmek için köşe profili yüzey sıvası ile birlikte köşelere uygulanmalıdır. Pencere, kapı üst kısmı ve çıkmalarda su sızıntısını önlemek amacıyla kendinden fileli damlalık köşe profili yüzey sıvası ile birlikte uygulanmalıdır.
- Birinci kat yüzey sıvası mala yardımıyla yüzeye uygulanmaktadır. Kurumamış harcın üzerine donatı filesi gergin ve katlanmamış şekilde düzgünce yerleştirilir. Filelerin birleşim yerlerinden her zaman 10 cm üst üste bindirme yapılır. Kapı ve pencere köşelerinde ise ek bir parça donatı filesi çapraz olarak yerleştirilir.
- İkinci kat yüzey sıvası 3-4 saat sonra birinci kat yüzey sıvası kuruduktan sonra uygulanarak kurumaya bırakılır. Toplam kalınlık en az 3 mm ve sıvanın m² başına düşen sarfiyatı 5 kg'dan az olmamalıdır.
- İkinci kat yüzey sıvasının kuruması sonrasında boya öncesi dokulu bir yüzey isteniyorsa son kat kaplama uygulaması yapılmaktadır. Bu işlem +5°C ila +30°C sıcaklıkları arasında yapılmalıdır.
- Çimento esaslı mineral sıva ile yapılan son kat kaplamasından sonra seçilen boyaya uygun boya astarı uygulanır ve en az 12 saat sonra boya işlemi gerçekleştirilir.

2.3 Bölüm Sonucu

Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreci çevresel etkilerinin değerlendirmesini yapabilmek amacıyla bu sistemlerde yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemeleri üretim ve yapım süreçleri, ısı yalıtım uygulamalarının türleri, kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ile yardımcı malzemelerin miktarları ve uygulanış şekilleri irdelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, tez çalışması kapsamında Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde sıklıkla gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreci çevresel etkilerini değerlendirmek üzere; EPS, XPS ve TSY ısı yalıtım levhaları ile oluşturulan dış duvarların dış yüzeyine özel tespit elemanı kullanılarak yapılan uygulamalar seçilmiştir.

Seçilen uygulamaların iş tanımları ve kullanılan malzeme miktarları Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerinden alınmıştır. Bayındırlık Bakanlığı'ndan sağlanan verilerde yer almayan yardımcı malzeme verileri ise Türkiye'de ısı yalıtım uygulamaları yapan firmalardan sağlanmıştır.

3. ÇEVRESEL DEĞERLENDİRME

Zehirli gaz emisyonları, doğal kaynak ve enerji kullanımının giderek artması sonucu oluşan olumsuz etkiler çevresel kaygıların gündemde kalmasına neden olmaktadır. Özellikle endüstriyel gelişim ile ortaya çıkan bu çevresel değişimleri engellemek veya azaltmak için yeni çözümler aranmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir tasarım bu çözümlerden en önemli olanıdır. Sürdürülebilir tasarımın gerekliliklerinden biri ise çevre ile ürün ilişkisinin kurulduğu, farklı çevresel yöntemlerle elde edilen verilerin değerlendirildiği çevresel sürdürülebilirliktir. Tez çalışması kapsamında yapılan çevresel değerlendirmenin öneminin ve yerinin anlaşılması için sürdürülebilirlik kavramının gelişiminden başlayarak, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir bina ve yapım, çevresel sürdürülebilirlik, çevresel değerlendirme ve çevresel değerlendirme yöntemleri izleyen alt bölümlerde irdelenmektedir.

3.1 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma

Belirli dönemlerde bilim dallarının uygulanmasında toplumsal konulara ve endişelere dayanan bazı kavramlar ve stratejiler öne çıkmaktadır. Politik olaylar gibi kurumsal düzenlemeler, teknolojiye değişimler, bilimsel buluşlar, felaketler ya da ekonomik süreç; devamlılığı, küçük değişiklikleri, önemli dönüşümleri veya gündemi etkileyebilir. Bu bağlamda 'yeşil', 'ekolojik' ve 'çevre' kelimeleri; bina tasarımında, binanın doğal çevre ile ilişkisinin ve doğaya olan etkisinin göz önünde bulundurulması gerekliliğini temsil eden etiketlerdir (Williamson ve diğ., 2003). Günümüz endüstrisinde tasarım; ekolojik sürdürülebilirliğin de dahil olduğu önemli toplumsal işlevleri yerine getirerek ekonomik açıdan refah sağlayan önemli bir hizmet olarak görülmektedir (Lawson, 1996).

Yakın zamana kadar iyi mimarlık; 'çevresel şartlara uygun' bir bina olarak tanımlanırken şimdilerde korunması gerekenin 'çevre' olduğu görülmüştür ve iyi mimarlık kavramı 'çevresine duyarlı bir bina' düşüncesini kapsayacak şekilde değişmiştir. Yirminci yüzyılın sonlarına doğru sürdürülebilir / sürdürülebilirlik mimarların bilincine işlenmiş ve önemli bir sorun haline gelmiştir. Sürdürülebilir tasarım; çevresel kaygılar ile konfor, estetik ve geleneksel mimari ya da tasarım kaygıları arasındaki dengeyi sağlayan en iyi çözümü arama çabasıdır

(McLennan, 2004). Sürdürülebilir mimarlık ise; insan hareketlerinin etkileri hakkındaki güncel endişelere karşı yeniden düzenlenen bir mimari kavramsallaştırmadır. 'Sürdürülebilir' etiketi bu kavramsallaştırmayı, çevresel kaygılara açıkça karşılık vermeyen diğer mimari kavramlardan ayırmak için kullanılmaktadır (Williamson ve diğ., 2003).

'Sürdürülebilir' kelimesi sözlüklerde devamlılık ve doğal kaynakların korunması olarak tanımlanmaktadır (Williamson ve diğ., 2003). Cambridge çevrim içi sözlüğünde 'sürdürülebilir' sıfatı; devam ettirilebilir ve çevreye az ya da hiç zarar vermeden devam edilebilir şeklinde tanımlanmıştır (url-5). Bir başka çevrim içi sözlük olan Merriam Webster'da ise sürdürülebilir olma yeteneği, kaynağa kalıcı zarar vermeden ya da tüketmeden kullanma veya idareli kullanma metodu, sürdürülebilir yöntemlerin kullanımını içeren yaşam tarzı olarak tanımlanmıştır (url-6). İlerdeki paragraflarda detaylı olarak bahsedilen Gündem 21'de sürdürülebilirlik; insanlığın devamına imkan sağlayan durum veya hal; ulaşılmak istenen hedef olarak tanımlanmaktadır. İç ve dış (toplumsal) koşulların sürekli değişiminden dolayı sabit bir durum değil, bu değişimlere uyum sağlamada dinamik bir dengedir (Plessis, 2002). Amerikan Mimarlık Enstitüsü (American Institute of Architecture) ise sürdürülebilirliği; sistemlerin bağlı olduğu temel kaynakları tüketmeden ya da aşırı kullanmadan, toplumun gelecekte de işlevini sürdürme yeteneği olarak tanımlamaktadır (Mendler ve Odell, 2000).

Bu ve benzer tanımlar sürdürülebilirliği; insan yaşam kalitesinin nasıl devam ettirileceği hatta geliştirileceği ile ilgilenen, etkili ve insan merkezli bir durum olarak açıklamaktadır (Williamson ve diğ., 2003). Sürdürülebilirlik ilkeleri, ekonomik ve toplumsal konularda sürdürülebilir gelişim sağlayarak ve uzun vadede sağlıklı çevre koşullarını koruyarak; çevresel bozulmalar, yaşam kalitesi eşitsizliği gibi sorunları ele almayı amaçlamaktadır (Sassi, 2006).

Sürdürülebilirlik; insan davranışlarının ve hiç sınır gözetilmeden güvenilen teknolojik gelişmelerin, dünyayı ciddi bir çevresel kriz içine sürüklediğinin farkına varılması sonucu dikkate alınması gereken bir konu haline gelmiştir (Maiellaro, 2001).

Sürdürülebilirliğin kökleri 1960 ve 1970'lerdeki çevresel harekete dayanmaktadır. Bu çevresel hareket, 1800'lerden beri canlılar ve çevreleri arasındaki ilişki bilincinin giderek artmasıyla ortaya çıkmıştır. 1866 yılında Ernst Hackel canlılar ve çevrelerinin birleştirildiği bir sistem anlamında 'Ökologie' terimini üretmiştir. 1960'lardan günümüze birçok sayıda bilimsel yayın, şu andaki ya da daha önceki insan aktivitelerinin çevreyi etkilediği fikrini desteklemiştir (Sassi, 2006). Çevre;

1960'larda genelde gelişmiş ülkelerin hava ve su kirliliği gibi yerel ve bölgesel konulardaki endişeleri sonucu; merkezi, fikirlerde temel değişiklikler yaratan, politik bir mesele haline gelmiştir. 1968'de 10 ülkeden gelen fizikçi, eğitmen, ekonomist, hümanist, sanayici ve devlet memurundan oluşan 30 kişilik bir grup; insanlığın yüzleşmesi gereken temel sorunların geleneksel enstitülerle veya politikalarla çözülemeyecek kadar karmaşık olduğu endişesini paylaşmışlardır. Bu oluşum Roma Kulübü adı ile; global sistem anlayışı, yeni politika girişimleri ve harekete karşılık verme eylemlerini hedefleri olarak benimsemiştir. İlk toplantının sonucu 'Büyümenin Sınırları' adı ile 1972 yılında yayınlanmıştır (Halliday, 2008).

1970'lerin başında yayınlanan uluslararası bilimsel çalışmalarda ve tartışmalarda, endüstriyel gelişmenin etkisiyle ortaya çıkan doğal kaynakların bozulması veya tüketilmesi sorunu göz önünde bulundurulmaya başlanmıştır (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Sürdürülebilirlik kavramı (kavramların karışımı) ilk olarak 1972'de 113 ülkenin katılımı ile gerçekleşen Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı'nda (United Nations Conference on the Human and Environment) ortaya çıkmıştır. Çevresel hareketin sahne aldığı konferansta çevresel koruma ve ekonomik gelişme konuları kıyaslanarak önlemleri tartışılmıştır. Uluslararası öneme sahip siyasi bir konu haline gelen çevre; ilk defa büyüme, kalkınma ve çevre konularındaki çelişkileri çözme çabası ve başarılı bir kalkınmanın önemli bir boyutu olarak tanımlanmıştır (Blackburn, 2007; Halliday, 2008).

1980'lerde ise çevresel konulardaki uluslararası tartışmalar yoğunlaşmış ve daha da yaygınlaşmıştır. Kamuoyu baskısının da artmasıyla, kurumlar üretim faaliyetlerinin incelendiği ekolojik kurallar ve prensipler ile ortaya çıkmışlardır (Vezzolini ve Manzini, 2008).

1987'de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission for Environment and Development) tarafından 'Ortak Geleceğimiz' (Our Common Future) adlı çok önemli bir çalışma hazırlanmıştır. Aynı zamanda 'Brundtland Raporu' olarak da bilinen yazıda ilk defa 'sürdürülebilir kalkınma' kavramı olarak tanıtılmıştır. Raporda sürdürülebilir kalkınma kısaca; gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yetisinden ödün vermeden günümüzdeki ihtiyaçların karşılanması olarak tanımlanmıştır (Vezzolini ve Manzini, 2008; Blackburn, 2007; Williamson ve diğ., 2003; Maiellaro, 2001; Werbach, 2009). 'Kalkınma' ve 'Sürdürülebilir' terimlerinin birleştirilmesi; mevcut kalkınma düşüncesi ile devam edilebilirliğin imkansızlığını, kalkınmanın başka biçimlerde de mümkün olabileceğini ve buna acil ihtiyaç

duyulduğunu belirten çok önemli bir çıkarımla sonuçlanmıştır (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Brundlant Raporu önderliğinde, sürdürülebilirliği kalkınma planının gerekli bir parçası olarak göz önünde bulunduran projeler; uluslararası bildirilerde, kongrelerde ve diğer planlama hareketlerinde saygın bir yere sahip olmuştur.

1990'ların başında çevre ve kalkınma konusunda uluslararası bir eyleme ihtiyaç olduğu görüşü büyük bir akım haline gelmiştir. 1992'de Rio de Janerio, Brezilya'da, sürdürülebilir kalkınma hareketinin tanımlandığı 170 devlet ve hükümet başkanının biraraya geldiği Dünya Zirvesi (The Earth Summit) olarak da bilinen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UN Conference on Environment and Development) düzenlenmiştir. Konferans birçok insanı, organizasyonu ve ülkeyi biraraya getirerek, gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin çevre ve kalkınma ile ilgili temel konularda uzlaşmasını sağlamıştır. Konferansta; sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirebilmek için gerekli olan koşulların belirlenmesi ve dünya çapında bir yanıt elde edilmesi amaçlanmıştır. Dünya Zirvesi'nde UNCED Anlaşmaları olarak da bilinen beş doküman ortaya çıkmıştır. Bunlar; Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesi (The UN Framework Convention on Climate Change); Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Convention on Biological Diversity); Rio Deklarasyonu (Rio Declaration); Orman İlkeleri (Forest Principles) ve Gündem 21 (Agenda 21)'dir.

Rio Deklarasyonu ortaya koyduğu 27 ilke ile global sürdürülebilirliğe ulaşmada öncü olmuştur. Birleşmiş Milletler Ciddi Kuraklık Deneyimi Olan Ülkelerde Çölleşme ve/veya Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (The UN Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification) gibi bazı anlaşmalar da ortaya çıkmıştır. Bu belgelerin ve anlaşmaların tümü sürdürülebilir mimarlıkla ilgili çıkarımlar içerse de, Gündem 21 ve Birleşmiş Milletler İklim Değişiklikleri Çerçeve Sözleşmesi konuyla doğrudan ilişkilidir.

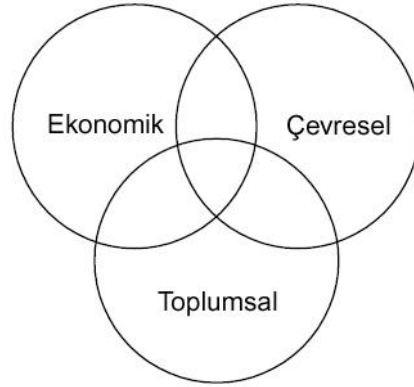
1993'te Chicago'da düzenlenen Uluslararası Mimarlar Birliği Dünya Kongresi'nde yapı tasarımcılarının çalışmalarının sürdürülebilir tasarım ilkelerine uygun olması gerekliliği tanımlanmıştır (Williamson ve diğ., 2003; Halliday, 2008).

1990'ların ikinci yarısında bazı çalışmalar ve analizler, bir toplumun etkin ve global sürdürülebilirliğe ulaşması için gerekli olan değişimlerin net bir şekilde anlaşılmasına öncülük etmişlerdir. Sonrasında sürdürülebilir koşullara, ortalama tüketim ile doğal kaynakların tüketimini azaltarak ulaşılabileceği ileri sanayi toplumları tarafından fark edilmiştir (Vezzolini ve Manzini, 2008).

1997 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanan Kyoto Protokolü'nde, ilk defa uluslararası seviyede sera gazları emisyonlarının sınırlandırılması konusunda bağlayıcı hedefler belirlenmiştir (Walsh, 2002).

2002 yılında Johannesburg'da gerçekleştirilen Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi'nde (World Summit on Sustainable Development) program içeriği ve uygulamaya konulan ilkeleri ile Gündem 21 ve Rio Zirvesi'nde alınan kararlar yeniden onaylanmıştır (url-7). Böylelikle farkında olmanın zorunluluğu ve üretim-tüketim ağına dahil tüm katılımcıların aktif bir şekilde çalışması gerekliliği her zamankinden daha çok telaffuz edilmeye başlanmıştır (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Sürdürülebilir kalkınma; bilinenin aksine sadece sürdürülebilir olma değil; sürdürülebilir olma durumuna ulaşmak için izlenmesi gereken bir yoldur. Bu bağlamda halkın eşitlik talepleri, refah ve yaşam kalitesi ile ekolojik olarak mümkün olan arasında dinamik bir denge sağlamak amaç değil süreçtir. Sürdürülebilir kalkınma teriminin kapsamı halen birçok bilim dalı ve savunma grubu tarafından tartışılmakla birlikte, genel olarak ekonomik, toplumsal ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üç ana bileşen içermektedir (Plessis, 2002; Pitts, 2003; ISO 15392, 2008). ISO 15392'ye göre ana bileşenlerin birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 : Sürdürülebilirliğin ana bileşenleri (ISO 15392, 2008).

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutu; fırsatlara, ekolojik üretim alanlarına ve doğal kaynaklara eşit şekilde erişilmesini kolaylaştıran, etik prensiplere dayalı şirketler ve canlı işletmeler kuran bir ekonomik sistem gerektirmektedir. Amaç ekolojik açıdan mümkün olanla sınırlı ve temel insan haklarını ihlal etmeden sadece belirli bir kesim için değil herkes için refah yaratmaktır.

Toplumsal boyut; insani gelişime teşvik eden, kişiliği uyumlu ve dengeli biçimde geliştiren 'özgerçekleştirim' ve kabul edilebilir bir yaşam kalitesi sunan adil bir

topluma olanak sağlamayı gerektirmektedir. Sosyal açıdan sürdürülebilir bir sistem için sağlık ve eğitim gibi sosyal hizmetlerin yeterli ölçüde sağlanması, eşit dağılım, cinsiyet eşitliği, siyasi sorumluluk ve katılım şartlarına erişilmelidir.

Çevresel boyut ise; çevreyi ve doğal kaynakları koruma ile yaşam kalitesini devam ettirecek şekilde kullanma arasında bir denge kurmayı gerektirmektedir. Çevresel açıdan sürdürülebilir bir sistem; kaynakların belirli bir düzeyde sabitlenmesi, yenilenebilir kaynakların aşırı kullanımından kaçınma, sadece yatırımın yeterli ölçüde olması durumunda yenilenemeyen kaynakların tüketimi şartlarını sağlamalıdır. Ayrıca biyolojik çeşitliliğin devamı, atmosferik denge ve ekonomik kaynak olarak sınıflandırılmayan diğer ekosistem işlevleri de sağlanmalıdır (Plessis, 2002; Harris, 2000).

3.2 Sürdürülebilir Bina ve Yapım

Yapma çevrenin en belirgin bileşeni olan binalar, yüzyıllar içinde kalıcı olan, belki de insanlık kültürünün en önemli karmaşık sistemleridir (Kibert ve diğ., 2000). Binalar; tasarım, yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında büyük miktarlarda malzeme, enerji ve doğal kaynak tüketmektedir. Yapı malzemelerinin ve ekipmanlarının üretimi için gerekli olan endüstriyel süreçler de atık ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Böylece binaların ve yapım sürecinin birçok çevresel problemin ortaya çıkmasında doğrudan ya da dolaylı olarak payı vardır. Her bir süreçteki kaynak tüketimi global, yerel ve insan ölçeğinde önemli çevresel etkilere neden olabilmektedir (Mendler, Odell, 2000; Lawson, 1996). Doğal kaynaklardan sağlanan ham maddelerin %50'si, Avrupa'daki enerji tüketiminin %40'ı ve ulusal atık üretiminin %50'den fazlası binalarla ilişkili olarak yapı sektöründen gelmektedir (Anink ve diğ., 1996).

Dünya çapında kullanılan enerjinin ve bu enerji kullanımından açığa çıkan sera gazlarının çok büyük bir bölümü yapı sektörüne bağlıdır. Mimarlık, yapım ve mekansal planlamada radikal değişiklikler yapılmadıkça sürdürülebilir kalkınma alanında ilerlenemeyeceği kesindir (Bokalders ve Block, 2010).

Ulusal ekonominin önemli parçaları olan binalar ve yapı sektörünün, kar odaklı endüstrilerin elinde olması nedeniyle; çevreye zarar veren, sağlığa zararlı alışkanlıkların çevreye duyarlı ve sağlıklı alışkanlıklara dönüştürülmesi kolay değildir. Mimarlar ve diğer profesyonel tasarımcılar; bu istenmeyen etkilerin azaltılmasını ve faydaların artırılmasını sağlayarak, enerji tasarrufu ve kaynakların yerinde kullanımı konusunda önemli bir rol üstlenebilir (Maiellaro, 2001; Lawson, 1996).

Sürdürülebilirlik yapı sektörü açısından büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir bina sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçasıdır. Binaların, hava koşullarından ve doğal hayattan koruma gibi görevleri yerine getirebilmesi için; doğal kaynaklarının yeterliliği ile kalıcı bir bina için gerekli olan ihtiyaçlar arasında denge kurmak gerekmektedir. Binaların global anlamda sürdürülebilir olması için gerekli olan ana bileşenlerinden biri de sürdürülebilir yapıdır (Maiellaro, 2001; Anink ve diğ., 1996). Sürdürülebilir yapı, bina endüstrisinin sürdürülebilir kalkınmaya ulaşması için alınan bir yol olarak görülebilir.

1990'lardan günümüze dünya çapındaki birçok organizasyon tarafından dile getirilen sürdürülebilir yapı; 1. Uluslararası Sürdürülebilir Yapım Konferansı'nda (1. International Conference on Sustainable Construction), çevreye duyarlı ilkeleri kullanarak sağlıklı bir yapı çevresi oluşturmak ve bu çevrenin devamlılığını sağlamak olarak tanımlanmıştır (Kibert ve diğ., 2000; Kibert, 1994; Bourdeau, 1999).

Sürdürülebilir yapı; sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin, binaların ham maddelerinin çıkarımından ve işlenmesinden başlayarak, planlama, tasarım ve yapıım süreçlerinden geçip, en son sökülümüne ve atık yönetimine kadar olan kapsamlı yapıım döngüsüne uygulanmasıdır. İnsan onuruna hitap eden ve ekonomik eşitliği teşvik eden yerleşkeler yaratırken, doğal ve yapma çevre arasında uyum sağlamayı hedefleyen; yaşam döngüsü bakış açısıyla, binaların yapıım ve yönetimini göz önünde bulunduran bütüncül bir süreçtir. Yeni çevre dostu tasarımların yanı sıra yeni çevre dostu işletme ve bakım prosedürlerini de içermektedir. Yapı malzemeleri ve bileşenleri sürdürülebilir şekilde üretilmekle kalmayıp, aynı zamanda bütünsel çevre şartlarından kaynaklanan yeni ihtiyaçlara da cevap verebilmelidir (Plessis, 2002). Çeşitli sürdürülebilir yapıım tanımlarındaki en önemli noktalar;

- Enerji kaynakları kullanımının ve mineral kaynak tüketiminin azaltılması,
- Doğal alanların ve biyoçeşitliliğin korunması,
- Yapma çevrenin kalitesinin korunması ve sağlıklı iç mekanların yönetimi

olarak sıralanabilir (Bourdeau, 1999).

3.3 Çevresel Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir kalkınma felsefesi; çevresel kalitenin ve doğal çevrenin sağladığı imkanların, geçmiş kalkınma planlarından ve varsayılan ekonomik yönetimlerden çok daha önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Pearce ve Warfood, 1993). Ekolojik bir bakış açısıyla küresel boyutta sürdürülebilirliği vurgulamak ve çevreyi, makul

değerde, yaşam destek sistemi olarak ele almak gerekmektedir (Pulselli ve diğ., 2008).

Çevresel sürdürülebilirlik doğanın, doğal kaynakların ve ekosistem imkanlarının uzun dönemde refahı devam ettirebilme yeteneğidir (UNDG, 2009). Çevresel sürdürülebilirlik; gelecek nesillerle paylaşılması gereken doğal sermayeyi verimsizleştiren ve doğal döngülere zarar veren bölgesel veya dünya çapındaki insan hareketlerinin yayılmasından söz etmektedir (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Üretilen ve kullanılan enerji kaynakları toplumların gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekte gelişimin enerji kaynaklarının yeterliliği ile değer kazanacağını bilmesine rağmen, enerjinin zaman içinde azalması hatta tükenmesi durumu ciddi kaygılara neden olmaktadır. Kullanılan enerji kaynaklarından yenilenemeyen kaynaklar (kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil nitelikli kaynaklar) sınırlıdır ve bu hızla tüketilmeye devam edilirse kaynaklar gelecek nesiller için yeterli olmayacaktır. Yenilenebilir kaynaklar (güneş, rüzgar, su gibi) ise sürdürülebilir bir enerji politikası izlendiğinde gelecek için enerji gereksinimine katkıda bulunacak düzeye gelecektir (Keleş ve diğ., 2009).

Çevresel sürdürülebilirliğin en önemli tanımını girdi-çıkı kuralı içermektedir. Girdi kuralı yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar kuralı olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu tanıma göre; yenilenebilir kaynakların kullanım oranları, bu kaynakları meydana getiren doğal sistemlerin yenilenme kapasitesi dahilinde olmalıdır. Yenilenemeyen kaynakların tüketim oranları ise, buluşlarla ve yatırımlarla geliştirilen yenilenebilir kaynakların oranına eşit olmalıdır. Yenilenemeyen kaynaklardan elde edilen kazancın bir bölümü sürdürülebilir kaynak arayışı için ayrılmalıdır. Çıkı kuralı; gelecekteki atık emme kapasitesinin veya diğer önemli hizmetlerin kabul edilemez düzeyde bozulmalarını önlemek için, bir projenin atık emisyonlarının yerel çevrenin özümleme kapasitesi dahilinde emilmesidir (Goodland ve Daly, 1996).

İnsan hareketleri ve kullanılan teknolojiler birçok soruna neden olmaktadır. Fosil yakıtların ve zararlı kimyasalların yoğun kullanımı atmosferi, suyu, toprağı kısacası yaşam için gerekli olan maddeleri kirletmektedir. Fosil yakıtların yanması karbon oksitleri (CO_x), sülfür oksitleri (SO_x) ve nitrojen oksitleri (NO_x) gibi iklime ve ozon tabakasına zarar veren, suyun ve toprağın asitlenmesine katkısı olan gazların açığa çıkmasına neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı ve ormanların yok olması gibi insan kaynaklı faaliyetler, atmosferde sera gazı etkisinin artmasına, bu nedenle ortalama küresel sıcaklığı arttırarak iklim değişikliğine sebep olmaktadır (Bokalders ve Block, 2010).

Çevre kirliliği; son yıllarda, dünya ekosistemindeki bozulmalar nedeniyle, etkisi giderek artan ve çözülmesi gereken küresel bir sorun haline gelmiştir. Sürdürülebilir mimarlığın devamlılığı için küçük ya da büyük ölçekteki çevresel etkilerin dikkate alınması şarttır. Çevreye olan etkiler; kaynakların çıkarımı ve emisyonlar olarak tanımlanmaktadır (Keleş ve diğ., 2009; Williamson ve diğ., 2003; Pulselli ve diğ., 2008). Tüm çevresel etkiler (girdi olarak kaynaklar ve havaya bırakılan emisyonlar) neden oldukları çevresel problemlere göre sınıflandırılmaktadırlar. Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC) genel olarak sınıflandırma yapılan çevresel problemleri; kaynak tüketimi, enerji tüketimi, ozon tüketimi, küresel ısınma, foto-kimyasal oksidasyon, asitlendirme (karada ve suda), insan zehirlenmesi, ekotoksosite (karada ve suda) ve aşırı besleyici oluşumu-karada (nutrifikasyon) olarak sıralamaktadır (UNEP, 1996).

ISO/TR 14047 raporunda sıklıkla karşılaşılan çevresel etki kategorileri; iklim değişimi, ozon tüketimi, foto-oksidan oluşumu, asitlendirme, aşırı besleyici oluşumu-suda, insan zehirlenmesi, ekotoksosite, canlı ve cansız kaynakların tüketimi olarak belirtilmektedir (Çizelge 3.1). Bu etkiler haricinde radyasyon, kirlilik, iz, arazi kullanımı gibi kategorilere ait çevresel etkiler de bulunmaktadır (ISO 14047, 2003).

Çizelge 3.1 : En çok kullanılan çevresel etki kategorileri (ISO/TR 14047, 2003).

Çıktı Kategorileri	Girdi Kategorileri
İklim Değişimi	Cansız Kaynakların Tüketimi
Ozon Tüketimi	
Foto-oksidan Oluşumu	
Asitlendirme	
Aşırı Besleyici Oluşumu-suda	Canlı Kaynakların Tüketimi
İnsan Zehirlenmesi	
Ekotoksosite	

Tezde yapılan çalışmalar doğrultusunda, iklim değişikliği ve küresel ısınma, ozon tüketimi, foto-oksidan oluşumu, ekotoksosite (eko-zehirlilik), zehirlilik- insan sağlığı, asitlendirme, aşırı besleyici oluşumu-suda (ötrofikasyon), solunum yolu etkileri, iyonlaşmış radyasyon, arazi kullanımı, cansız kaynakların ve mineral kaynakların tüketimi etki kategorileri izleyen paragraflarda detaylandırılmıştır.

İklim Değişikliği ve Küresel Isınma: İklim değişikliği ve küresel ısınma kavramları benzer anlamlarda kullanılmakla birlikte iklim değişikliği belirli bir bölgedeki sıcaklık, yağış ve nem değerlerindeki değişimi ifade ederken; küresel ısınma, dünyanın

ortalama sıcaklık değerlerindeki, iklim değişikliğine yol açabilecek bir artışı ifade etmektedir (Özcan ve Kayman, 2010).

Sera etkisi olarak da bilinen küresel ısınma endüstriyel süreçler sonucunda atmosferdeki değişiklikler nedeniyle oluşmaktadır. Bu değişiklikler atmosferin temel bileşeni olan gazların değişimi sonucu değil, bu gazlardan birkaçının seviyesindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Gazların seviyelerindeki artış kızıltötesi dalgaların bir kısmının yeryüzünden atmosfere kaçışını engellemektedir. Gazlar; yeryüzünü ısıtan güneş ışığına karşı geçirgen olmakla birlikte yeryüzünden yayılan uzun dalga ışınımını absorbe ederek ısıyı tutmaktadırlar. Böylece, güneş ısını içerde tutup dışarı çıkmasına izin vermeyen bir sera gibi davranarak ısınma etkisine neden olmaktadır (Buchholz, 1993). İklim değişikliğine en çok katkısı olan insan kaynaklı etmenlerin; fosil yakıtların kullanılması ile karbondioksitin açığa çıkması, ormansızlaştırma ve tarımsal amaçlı toprak kullanımları olduğu kabul edilmektedir (Keleş ve diğ., 2009).

Küresel ısınmaya neden olan gazlar, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), kloroflorokarbon (CFC_s), ozon (O_3) ve azot oksit (N_2O) bileşikleridir. Bu gazların küresel ısınmaya yaptığı katkının oranları, yıllık artış miktarları ve insan etkisi ile oluşan en önemli neden Çizelge 3.2’de gösterilmektedir (GBMA, 2000).

Çizelge 3.2 : Sera etkisine neden olan gazlar (GBMA, 2000).

	Sera Gazlarının Oranı	Yıllık Artış Miktarları	İnsan Etkisi ile Oluşan En Önemli Neden
Karbondioksit (CO_2)	%50	%0.5	Fosil yakıtların yanması, ormansızlaşma
Metan (CH_4)	%19	%1	Pirinç ekimi, sığır yetiştiriciliği, fosiller, atıklar
Kloroflorokarbon (CFC_s)	%17	%5	Aerosol/ püskürtücüler, soğutucular, arıtma, yangın söndürücüler, köpükleştirici maddeler
Ozon (O_3)	%8	%0.5	Nitrojen oksit ve hidrokarbon emisyonları
Azot oksit (N_2O)	%6	%0.3	Nutrifikasyon, ormansızlaşma, biyo kütle yanması

Küresel ısınma; iklim değışikliklerindeki ve deniz seviyesindeki artış, çölleşme ve çölleşmenin yayılması gibi problemlere neden olmaktadır. uluslararası bir hareketin ana konusunu oluşturan bu etkiyi ölçmek için gerekli olan metotlar ise Hükümetlerarası İklim Değişikliği İzleme Kurulu (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) tarafından ortaya konulmaktadır (Anderson ve diğ., 2002).

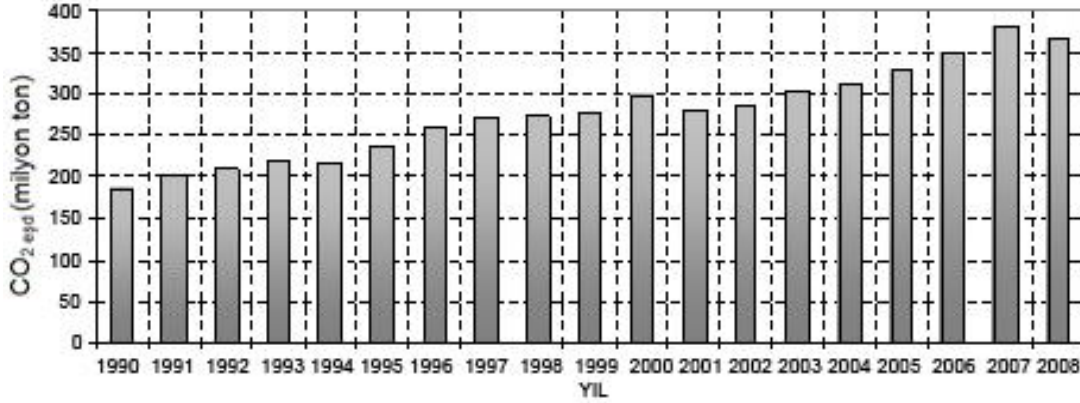
IPCC, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından küresel ısınma sorununu çözmek için gerekli olan verileri toplama amacıyla 1988 yılında kurulmuştur (Keleş ve diğ., 2009). Her bir sera gazının atmosferdeki ısı tutma yeteneğini diğerleri ile karşılaştırabilmek için 'Küresel Isınma Potansiyeli' (Global Warming Potential, GWP) kavramı geliştirilmiştir. Bir sera gazının GWP değeri, referans gazın 1 kg'lık ana maddesinin anlık salımının zamana bağlı ışımsal zorlama (radiative forcing) oranıdır. Referans gaz olarak CO₂ kullanılmaktadır (EPA, 2008).

Yeryüzündeki sıcaklığın artması ciddi değışikliklere sebep olabilir. Örneğin; buzulların erimesi ve bağlantılı olarak deniz seviyesindeki artış yağış dağılımını etkileyerek bitki örtüsünde değışikliklere neden olabilir (GBMA, 2000). Son yüzyılda karbondioksit miktarının, buzul seviyesi üzerinde, %25 oranında arttığı bilim adamları tarafından belgelenmiştir. Bazı bilim adamları 90'lardaki karbondioksit seviyesinin 2050 yılında iki katına çıkacağını düşünmektedir (Buchholz, 1993). IPCC kurulu ise 2007 yılında yayımladığı dördüncü raporunda yer alan uydu verilerine dayanarak Kuzey yarım kürede buzla kaplı alanların 20. yüzyılın ikinci yarısında %7 oranında, baharda ise %15 oranında azaldığını belirtmektedir. Kuzey buz denizindeki yıllık ortalama buz kütlesi 1978 yılından bu yana on yılda bir yaklaşık %2.7 azalmakta, bu oran yaz mevsiminde %7.4'e ulaşmaktadır (Keleş ve diğ.,2009).

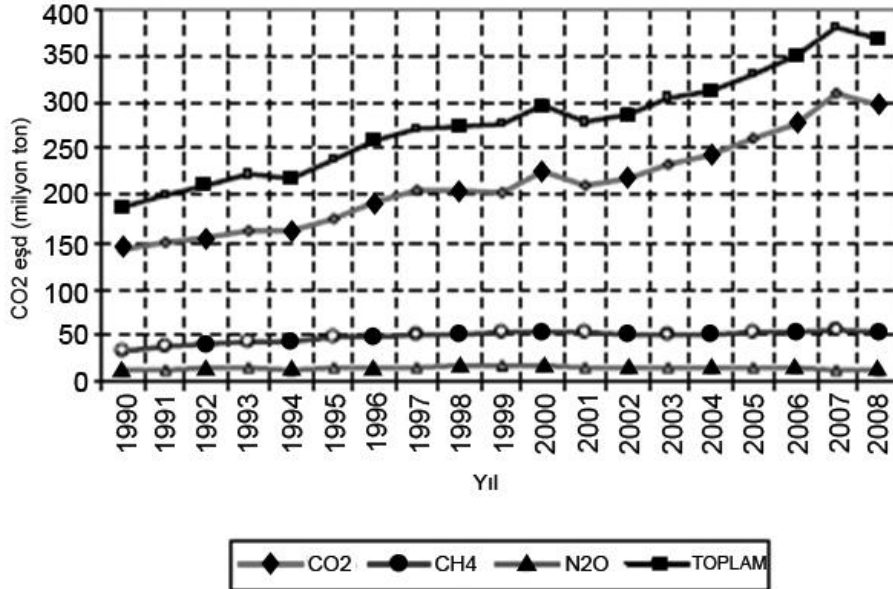
Türkiye, dünya çapında kişi başına düşen CO₂ salımında alt sıralarda yer alsa da toplam CO₂ salımında 1960'da 31. sıradayken 1996'da 25. sıraya ve 2000 yılında 23. sıraya yükselmiştir. 1960 yılında en çok CO₂ emisyonu olan ülke %32'lik pay ile Amerika iken 2000 yılında bu pay %24.4'e düşmüştür. Türkiye'nin payı ise aynı süreçte %0.2'den %1'e çıkmıştır. Enerji talebindeki artışlar göz önünde bulundurulduğunda bu oranın daha da artması beklenmektedir (Tunç ve diğ., 2007). Şekil 3.2' de Türkiye'de 1990-2008 yılları arasındaki toplam emisyon miktarı gösterilmektedir. 2008 yılındaki emisyon miktarının 1990 yılına kıyasla %96 oranında arttığı görülebilmektedir (TÜİK, 2010).

Türkiye'deki küresel ısınmaya neden olan en temel sera gazı emisyonlarının CO₂ eşd cinsinden değeri Şekil 3.3'te gösterilmektedir. 2007 yılındaki emisyon artışı genel

olarak enerji sektörü ve endüstriyel süreçlerdeki değişimden kaynaklanmaktadır (TÜİK, 2010).



Şekil 3.2 : Türkiye'nin arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık dışındaki toplam sera gazı emisyonu 1990-2008 (TÜİK, 2010).

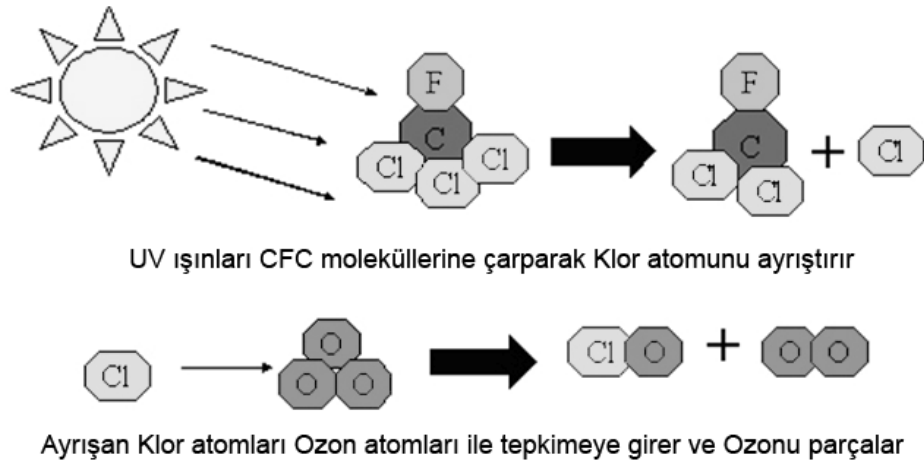


Şekil 3.3 : Türkiye'deki sera gazı emisyonlarının CO₂ eşd cinsinden değerleri 1990-2008 (TÜİK, 2010).

Türkiye 2004 yılında İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini; 2009 yılında da Kyoto Protokolü'nü imzalamıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne yönelik Kyoto Protokolü'ne katılmamızın uygun bulunduğu ilişkin yasa Şubat 2009 tarihinde kabul edilmiştir. Yasa tasarısının TBMM'ye sunuş yazısı; Kyoto Protokolü'ne taraf olmakla, ülkeler arasında 2012 sonrasında yapılacak görüşmelerde ülkenin ağırlığının artacağına, özel sektörde sera gazı salımlarının azaltılması için yapılabilecek projelerin teşvik edici olacağına ve enerji güvenliği başta olmak üzere, özellikle uzun vadede, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanabileceğine dikkat çekmektedir (Keleş ve diğ., 2009).

Ozon Tüketimi: Ozon gazı oksijen moleküllerinin kısa dalga ultraviyole (UV) ışınları ile uyarılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Oluşan gaz stratosferde 15-50m yüksekliğinde ozon tabakası denilen katmanı meydana getirmektedir (GBMA, 2000). Ozon zehirli bir madde olmasına rağmen bitkiler ve hayvanlar için yüksek derecede zararlı olan UV ışınlarını, yer yüzeyine ulaşmadan emme gibi çok önemli bir görevi yerine getirmektedir (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Kloroflorokarbonlar (CFCs), halonlar ve hidrokloroflorokarbonlar (HCFCs) stratosferik ozona ve ozon tabakasına zarar veren temel gazlardır (UNEP, 1996). CFC atomlarının güneşten gelen UV ışınları ile parçalanması sonucu serbest kalan klor (Cl) atomları, ozonun oksijene dönüştüğü bir dizi reaksiyona katalizör olarak etki etmektedir (Şekil 3.4). Başka bir bileşen olan bromin içerikli halonların ise ozon tüketiminde klor bileşenlerinden 100 kat daha etkin olduğu bilinmektedir (GBMA, 2000).



Şekil 3.4 : UV ışınlarının etkisiyle ozonun oksijene dönüşmesi (url-8).

Ozon tabakasının zarar görmesi UV ışınlarının atmosfere girmesinin önlenmesini azaltarak, zararlı UV ışınlarının yer yüzeyine düşen miktarında artışa sebep olmaktadır. Bu artış, canlılarda deri kanseri, katarakt ve bağışıklık sistemi rahatsızlıklarını arttırmakta, organizmalara ve ekosisteme zarar vermektedir (Anderson ve diğ., 2002; EEA, 1997).

Ozon tüketimi potansiyeli 1 kg atık maddenin neden olduğu ozon tüketimine eşit CFC-11 (kg cinsinde) miktarı ile tanımlanmaktadır (UNEP, 1996).

Foto-oksidan Oluşumu: Foto-oksidan oluşumu; ozon gibi reaktif kimyasal bileşenlerin, güneş ışığı etkisiyle oluşması durumudur. Bu reaktif bileşenler, insan sağlığına, ekosisteme hatta ekinlere zarar vermektedir. Foto-oksidanlar, nitrojen oksitlerin (NOx) varlığında uçucu organik bileşikler (Volatile Organic Compounds,

VOCs) ve karbon monoksit (CO) aracılığıyla ultraviyole ışınlarının etkisi altında stratosferde oluşabilmektedir (CML, 2001).

Çevresel kirlilikten kaynaklanan foto-oksidan oluşumu potansiyeli 1 kg atık maddenin neden olduğu foto-oksidan oluşumuna eşit etilen miktarı (kg cinsinden) ile tanımlanmaktadır (UNEP, 1996).

Ekotoksisite (Eko-zehirlilik): Eko-toksistenin ekosistem üzerindeki etkileri ağır metaller gibi bileşenlerin, bazı kimyasal ve biyolojik maddelerin çevreye yaydıklarına ve emisyonlara dayanmaktadır (EEA, 1997; Anderson ve diğ., 2002). Ekotoksisite zehirli maddelerin karasal ekosistem ile su ekosistemine olan etkilerini kapsamaktadır.

Ekotoksistenin etkisi, insan zehirlenmesi etkisi ile birlikte ortamlar arası etkileşimin en önemli olduğu etki kategorisidir. Zehirli maddeler, genelde bırakıldıkları çevrede kalmayıp, belki de daha zararlı olabilecekleri başka çevrelere yayılma eğilimi göstermektedir (CML, 2001).

Zehirlilik-İnsan Sağlığı: Ağır metaller gibi bazı maddelerin emisyonları insan sağlığını etkilemektedir (Anderson ve diğ., 2002). Bu etki kategorisi çevrede bulunan zehirli maddelerin insan sağlığına olan etkilerini içermektedir (CML, 2001).

Asitlendirme: Asitlendirme, sülfür ve azot bileşiklerinin suda veya karada serbest kalmaları ile oluşmaktadır (EEA, 1997). Asitlendirme; toprak, yeraltı ve yerüstü suları, biyolojik organizmalar, ekosistemler ve malzemeler (binalar) gibi geniş kapsamlı bir etki alanına sahiptir (CML, 2001). Çevresel kirlilikten kaynaklanan asitlendirme potansiyeli 1 kg atık maddenin neden olduğu asitlendirmeye eşit sülfür dioksit (SO₂) miktarı (kg cinsinden) ile tanımlanmaktadır (UNEP, 1996).

Aşırı Besleyici Oluşumu (Ötrofikasyon/Nutrifikasyon): Atık nitrojen, fosfor ve parçalanabilir organik maddelerin sebep olduğu aşırı besleyici oluşumu büyük miktarda besleyicilerin toprağa (nutrifikasyon) ve suya (ötrofikasyon) karışmaları ile oluşmaktadır. Genellikle ekosistemdeki tür sayısında istenmeyen değişikliklere ve ekolojik çeşitlilikte azalmaya neden olur (EEA, 1997).

Yaşam için gerekli olan nitratların ve fosfatların sudaki yoğunluklarının artması alglerin aşırı derecede büyümesini sağlayarak sudaki oksijen düzeyini azaltmaktadır. Bu durum su ortamındaki bitkilerin ve hayvanların ölüm oranlarını arttırmakta ve az besinli ortamlarda canlı türlerinin kaybına neden olmaktadır. (Anderson ve diğ., 2002). Aşırı besleyici oluşum potansiyeli 1 kg atık maddenin neden olduğu ötrofikasyona eşit fosfat iyonu (PO₄³⁻) miktarı (kg cinsinden) ile tanımlanmaktadır (UNEP, 1996).

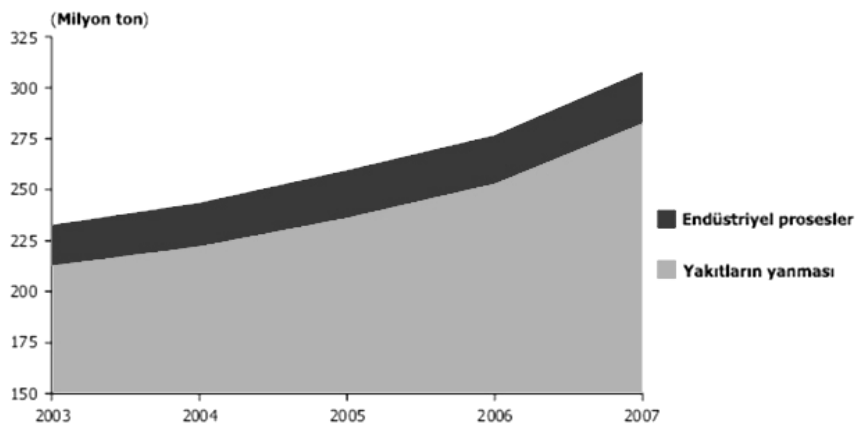
Solunum Yolu Etkileri: Epidemiyolojik çalışmalar, organik olmayan maddeler ve tozun insanlarda solunum yolu etkileri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Partikül madde PM_{10} , $PM_{2.5}$, nitrat ve sülfat, SO_3 , O_3 , CO ve hatta NO_x solunum yolu etkilerine neden olan maddelerdir. Bu maddelerin açığa çıkmasına neden olan birincil derecedeki emisyonlar ise PM_{10} , $PM_{2.5}$, TSP (Total Suspended Particulates), NO_x , NH_3 (Amonyak), CO, VOC_s ve SO_x olarak sıralanabilir (Pre, 2000).

İyonlaşmış Radyasyon: İyonlaşmış radyasyon etki kategorisi, radyoaktif maddelerin serbest kalmasının yanı sıra doğrudan radyasyona maruz kalan maddelerin de ortaya çıkan etkilerini kapsamaktadır. Hem insanlar hem de hayvanlar için zararlıdır. Radyoaktivitenin uluslararası birimi becquerel (Bq)'dir. Radyasyon, radyoaktif parçalanma sürecinde alfa, beta, gama, nötron radyasyonu ve X-ışınları gibi farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir (CML, 2001).

Arazi Kullanımı: Arazi örtüsü değişiminin etkisi ekosistem açısından oldukça önemlidir. Bu değişim sadece belirli bir yerel bölgeyi değil aynı zamanda o bölgeyi çevreleyen alanları da etkileyebilmektedir. Bununla birlikte arazi kullanımı ve arazi dönüşümünü de birbirinden ayırmak gerekmektedir (Pre, 2000).

Arazi kullanımı ve arazi dönüşümü iki farklı açıdan görülebilmektedir. Örneğin bunlar; besin üretimi için insanların kaynak olarak kullandığı arazi (arazi kullanımı) ile peyzaj bozulması, çölleşme, habitat değişikliği gibi ekosistemle alakalı olan arazilerdir (arazi dönüşümü) (EEA, 1997).

Cansız Yakıtların Tüketimi: Cansız yakıtlar; kömür, petrol ve doğal gaz gibi farklı özelliklere sahip malzemelerden oluşan fosil yakıtlardır. Bu yakıtların yanması sonucu üretilen CO_2 küresel ısınmayı önemli ölçüde artırmaktadır. Şekil 3.5'te Türkiye'de fosil yakıtların yanması sonucu oluşan CO_2 miktarı gösterilmektedir (TÜİK,2010).



Şekil 3.5 : Türkiye'de 2003-2007 yılları arası CO_2 emisyonu (TÜİK, 2010).

Fosil yakıtlar yenilenemeyen kaynaklardır. Aynı miktar ve etkinlikte enerji sağlayacak yenilenebilir bir kaynak henüz bulunamamıştır (Williams, 2002; TÜİK, 2010).

Cansız kaynakların kullanımı, kaynakların oluşumundan çok daha hızlıdır. Bu durum küresel anlamda kaynakların azalmasına hatta kıtlığa neden olabilmektedir (UNEP, 1996). Canlı kaynaklar ise ormanlar, hayvanlar gibi yaşayan malzeme ve enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların tükenmesi, insan sağlığını, doğayı ve yapay çevreyi etkilemektedir (CML, 2001).

Mineral Kaynakların Tüketimi: Mineral kaynak çıkarımı sonlu kaynakların tükenmesine yol açmakta ve bu nedenle sürdürülebilirlik kavramı ile çelişkili bir durum yaratmaktadır (NAS, 1997; ISO 14047, 2003).

3.4 Çevresel Değerlendirme ve Çevresel Değerlendirme Yöntemleri

Çevresel sistemlerin değerlendirilmesi; insan yapımı sistemlerin, çevreleri ile olan etkileşiminin çözümlenmesini ve analiz edilmesini ele alır. Bireysel, örgütsel ve toplumsal alanlarda daha sürdürülebilir davranışlar için karar alma ve planlama süreçlerinde alt yapı oluşturulması amaçlanmaktadır (KTH, 2010). Bir başka deyişle; karışık çevresel problemleri farklı açılardan analiz etmeyi, yorumlamayı, benzetimini yapmayı ve ilişkilerini incelemeyi amaçlayan nicel ve disiplinler arası bir araştırma alanıdır (Wageningen University, 2010).

İktisadi, siyasi, bireysel ve toplumsal yönetimler tarafından mevcut çevresel problemlerin anlaşılması ve çözümlenebilmesi için farklı sistemlerin çevresel verilerine ihtiyaç vardır. Bu sistemlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için de birçok yöntem geliştirilmiştir (Finnveden, 2010). Bu yöntemlerle elde edilen çevresel veriler; öğrenme, bildirim ya da karar alma sürecini kolaylaştırma amacıyla kullanılabilir (Moberg, 2006).

Çevresel değerlendirmede kullanılan yöntemlerden bazıları aşağıda yer almaktadır;

- Çevresel Etki Değerlendirmesi (Environmental Impact Assessment, EIA); konumu ve ortak emisyonları bilinen bir ekonomik faaliyetin çevresel etkilerini tanımlar, genellikle bölgeye özel bir yöntemdir.
- Risk Değerlendirmesi (The Risk Assessment, RA); birçok farklı değerlendirme yöntemini kapsamakla birlikte yüksek derecede istenmeyen etkilerin düşük dereceli olasılıklarını analiz eder (UNEP, 1996; Finnveden, 2005).

- Madde Akış Analizi (Substance Flow Analysis, SFA); hem ekonomik hem de çevresel sistemlerde madde akışını ve birikimini, girdi-çıktı analizleri ve malzeme denge metotları ile ilgili analiz formları ile inceler.
- Teknoloji Değerlendirmesi (Technology Assessment, TE); genellikle yeni teknolojilerin, karmaşık teknolojik sistemlerin ya da özgün olan teknolojilerin etkilerini değerlendirir.
- Çevre Denetimi (The Environmental Audit, EA); sanayi tesislerinde yapılan çalışmaların standarda uyumunu kontrol eder. Bir işletmenin ya da arazinin satın alımı gibi büyük işlemlerde veya genel çevre yönetimi için şirketlerde kullanılabilir (UNEP, 1996).
- Yaşam Dönemi Maliyeti (Life Cycle Cost, LCC); bir ürünün ya da bir faaliyetin yaşam dönemi boyunca maliyetini değerlendirir, aynı zamanda sosyal ve çevresel maliyetleri de kapsayabilir.
- Maliyet-Fayda Analizi (Cost-Benefit Analysis, CBA); planlanmış bir projenin toplam maliyetini ve kazancını değerlendiren bir analitik araçtır.
- Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment, LCA); bir ürünün ham maddelerinin elde edilmesi, üretimi, kullanımı ve yok edilmesi süreçleri boyunca oluşan çevresel etkileri ve kaynak kullanımını değerlendiren bir araçtır (Finnveden, 2005).

Bu yöntemlerden, Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (YDD), Yaşam Dönemi Maliyeti ve Çevresel Etki Değerlendirmesi yöntemleri bina ve yapım alanında sıklıkla kullanılmaktadır (SETAC, 2003). Yaşam dönemi değerlendirme yöntemi izleyen alt bölümlerde detaylandırılacaktır.

3.5 Yaşam dönemi değerlendirme (YDD)

İkinci dünya savaşı döneminde; nükleer enerji, jeotermal enerji, modern rüzgar ve diğer yenilenebilir enerjiler gibi yeni nesil teknolojiler enerji dengesi sorusunu gündeme getirmiştir. Birbirini izleyen deneysel gelişmeler yoluyla enerji analizleri giderek karmaşık, sistematik ve gelişmiş bir hal almıştır. 1960'ların sonunda, modern YDD'nin ilk habercisi olan Kaynak ve Çevresel Profil Analizi (Resource Environmental Profile Analyses, REPAs) gerçekleştirilmiştir (Horne ve diğ., 2009).

1970'lerdeki enerji krizi ve 'Büyümenin Sınırları' kitabının yayınlanması çevresel farkındalığın yaratılmasında önemli rol oynamıştır. Bu farkındalığın sonuçlarından biri de, ürünlerin üretiminde gerekli olan enerjinin analizi için detaylandırılmış

sistemlerin ortaya çıkışıdır. Bu sürecin etkisinde, Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (YDD); ekodenge (ecobalance) ya da ürünlerin enerji ve kaynak analizi (resource and energy product analysis) gibi çeşitli isimlerle sürece paralel olarak geliştirilmiştir. Analiz kapsamının geliştirilmesiyle, YDD enerji kaynaklarının yanı sıra diğer kaynakların tüketimini, emisyonlarının etkilerini ve atık üretimi konularını da içermektedir (UNEP, 1996; Haes ve Heijung, 2007).

1975'ten 1980'lerin başına kadar çevresel kaygıların zararlı atıklar ve evsel atık yönetimi konularıyla yer değiştirmesi sonucu YDD'ye olan ilgi azalmıştır (url-8). 1980'lerden itibaren ilginin artmaya başlaması, küresel ısınma ve doğal kaynakların tüketimi gibi çevresel sorunların farklı kategorilerde değerlendirilmesi ve YDD çalışmalarının yaygınlaşarak kamu kullanımına açılması gibi iki temel değişikliğe neden olmuştur (UNEP, 1996).

1980'lerin sonunda benzer ürünlerin çevresel raporlarında farklı metot, veri ve terminoloji kullanılması sonucu karmaşık sonuçlar elde edilmesi, çevresel raporlamada standartlaştırma yapılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. Birçok uluslararası çalıştay ve proje sonucunda 1989 yılında Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC) tarafından Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment) adı altında son halini almıştır (UNEP, 1996; Klöppffer, 2003). 1990'ların sonunda Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations' Environmental Programme, UNEP) YDD çalışma alanına dahil olmuştur. Organizasyon 2002 yılında SETAC ile iş birliği yapmıştır. Bu girişim UNEP/SETAC Yaşam Dönemi Girişimi (UNEP/SETAC Life-Cycle Initiative) olarak adlandırılmıştır. Oluşumun asıl amacı, YDD ve diğer yaşam dönemi yaklaşımlarını uygulanır hale getirebilmektir (Haes ve Heijung, 2007).

1994 yılında Uluslararası Standartlar Kuruluşu (International Standards Organization, ISO) tarafından ISO 14040 Çevre Yönetimi standartları serisinde Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment) başlığı altında düzenli bir çerçeve, metot, prosedür ve terminoloji oluşturulmaya çalışılmıştır (Haes ve Heijung, 2007; UNEP, 1996). Standartlaştırma süreci teknik bilgi içermenin yanı sıra metotların ve uygulamaların altını çizerek farklı bakış açılarının oluşmasını sağlamıştır (Haes ve Heijung, 2007). YDD ilk ve tek standartlaştırılmış uluslararası çevresel değerlendirme metodudur (Klöppffer, 2003).

Özellikle YDD uygulamaları için tasarlanan dört adet standart vardır. Standartlarda yer alan 'Life Cycle Assessment' tanımı TSE tarafından 'Hayat Boyu Değerlendirme' olarak Türkçe'ye çevrilmiştir.

Bu standartlar:

- ISO 14040: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- İlkeler ve Çerçeve,
- ISO 14041: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- Amaç ve Kapsam Tarifi İle Envanter Analizi,
- ISO 14042: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi
- ISO 14043: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- Hayat Boyu Yorumu olarak sıralanabilir (Pre, 2008a; url-9).

2006 yılından itibaren bu standartlar iki standart ile yer değiştirmiştir. Şu an yürürlükte olan standartlar:

- ISO 14040: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- İlkeler ve Çerçeve
- ISO 14044: Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme- Gerekler ve Kılavuz standartlarıdır.

ISO 14044 standardı, içerikte önemli değişiklikler yapılmaksızın ISO 14041, ISO 14042 ve ISO 14043 standartları yerine getirilmiştir (Pre, 2008a; url-9).

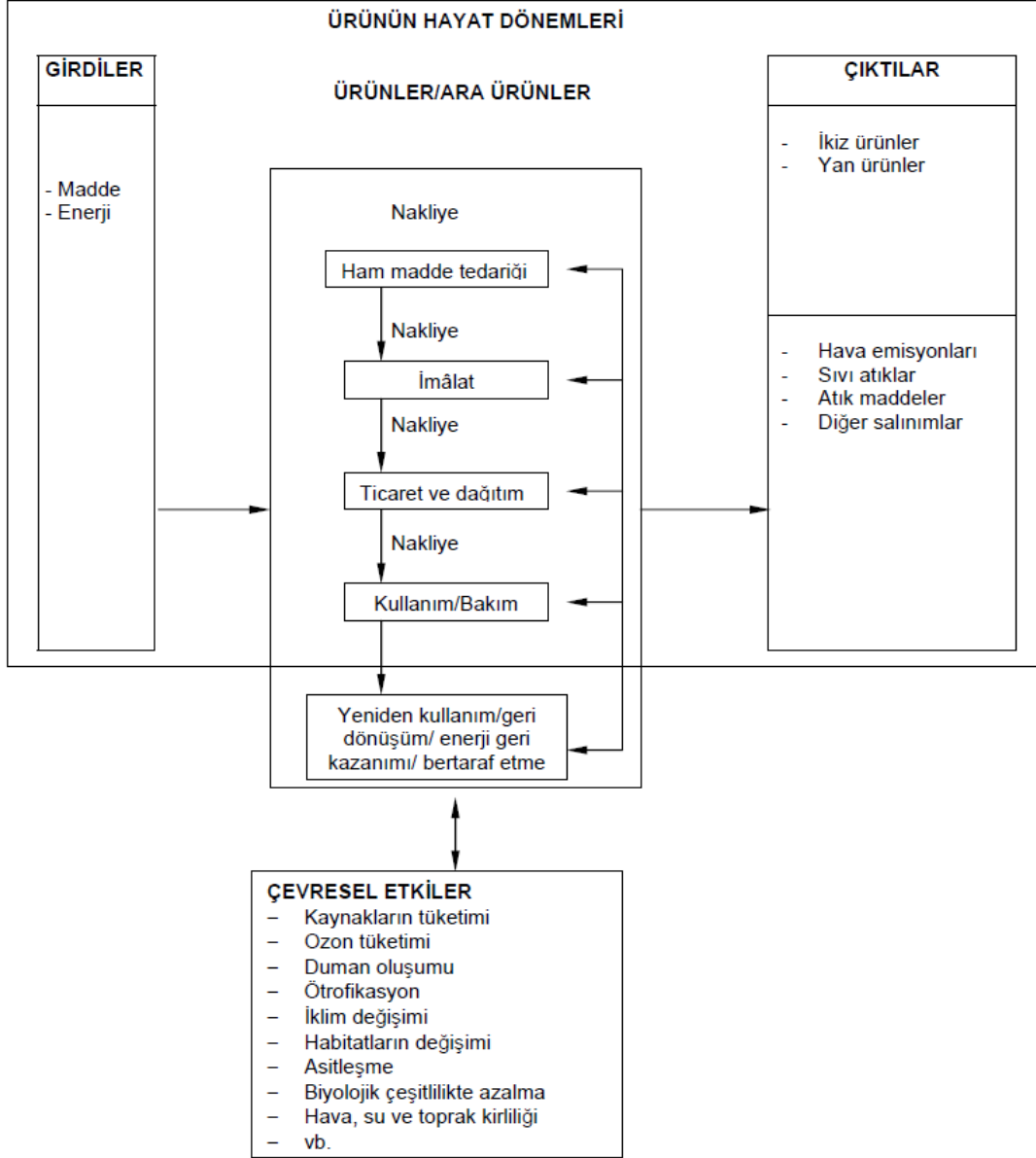
ISO 14040 standardına göre YDD; amaç ve kapsam, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama olmak üzere dört aşama ile gerçekleştirilmektedir. YDD; bir ürünün ham madde çıkarımı ve tedarik edilmesi ile başlayarak, üretim süreci, kullanım süreci ve yok edilmesi veya yeniden kullanılması ile biten tüm yaşam dönemi süreçlerini kapsamaktadır. Bu bütüncül yaklaşım ürünün yaşam dönemi boyunca olası çevresel etkilerinin tanımlanmasını ve bu etkilerden kaçınılmasını sağlar. Bir ürünün yaşam dönemi ile ilgili girdiler çıktılar ve örnek çevresel etkiler Şekil 3.6'da gösterilmektedir (ISO 14040, 2006). Ürünlerin yaşam dönemi süreçleri ve YDD aşamaları ise izleyen paragraflarda detaylandırılmıştır.

3.5.1 Ürün/Bina yaşam dönemi süreçleri

YDD, endüstriyel süreçlerin değerlendirilmesi için bir “beşikten mezara” yaklaşımıdır. “Beşikten mezara” kavramı ürünü ortaya çıkarmak için gerekli olan ham maddelerin temininden başlayıp, elde edilen ürünün tüm malzemelerinin yeryüzüne geri dönmesi ile son bulmaktadır.

YDD, birçok geleneksel analiz yönteminde olmayan kaynak çıkarımı, kaynakların üretim alanına ulaşımı, ürünün yok edilmesi gibi etkileri de içererek ürünün yaşam dönemindeki tüm çevresel etkilerinin sonuçlarını tahmin etme yetisi sağlamaktadır.

Yaşam dönemi terimi; üretim için gerekli olan ham maddenin elde edilmesi dahil olmak üzere ürünün yaşam süresi boyunca gerçekleşen başlıca süreçlerinden bahsetmektedir (SAIC, 2006).



Şekil 3.6 : Ürün yaşam dönemleri ile ilgili girdiler-çıktılar ve örnek çevresel etkiler (ISO 14062).

İzleyen paragraflarda ürün için YDD süreçleri; üretim öncesi, üretim, kullanım, kullanım sonrası süreçleri açıklanmakta ve bir ürün olarak bina için YDD süreçlerinin öneminden bahsedilmektedir.

Üretim öncesi süreci, son ürünün üretiminde gerekli olan kaynakların ve ara ürünlerin hazırlandığı süreçtir. Kaynakların elde edilmesi, üretim alanına getirilmesi ve ham maddeye ya da enerjiye dönüştürülmesi alt süreçlerinden oluşmaktadır.

Ham maddeler ve enerji birincil (işlenmemiş) kaynaklardan ya da ikincil (geri dönüştürülmüş) kaynaklardan üretilmektedir (Vezzolini ve Manzini, 2008). Birincil kaynaklar direkt doğadan alınan yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklardır. İkincil kaynaklar ise üretim sürecinde oluşan atıklardan (tüketim öncesi ikincil kaynaklar) ve kullanım süreci sonrası elde edilen geri dönüştürülmüş malzemelerden (tüketim sonrası ikincil kaynaklar) oluşmaktadır (Giudice ve diğ., 2006).

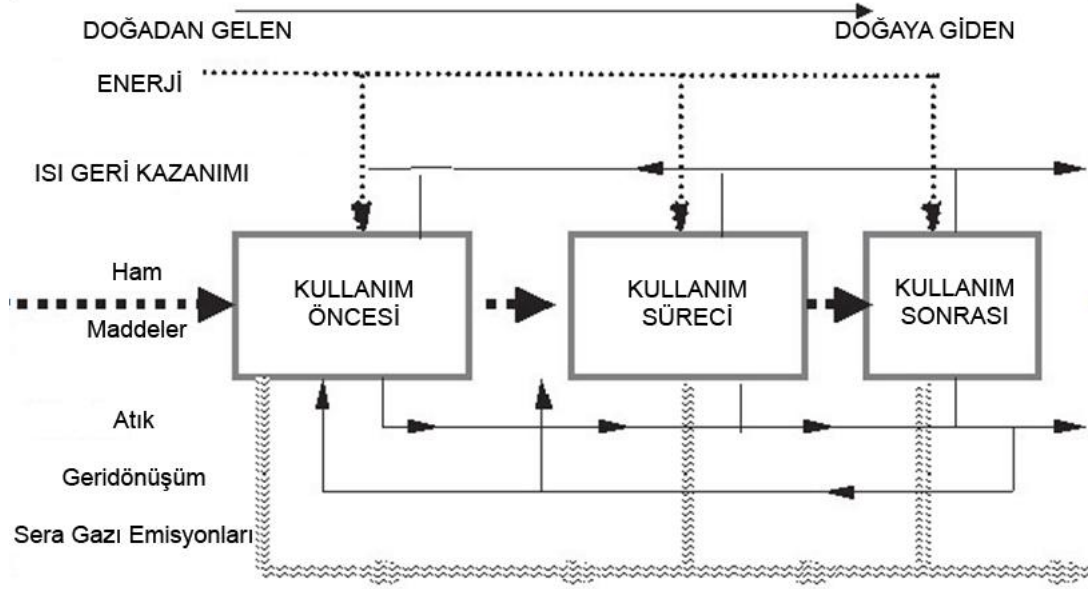
Üretim süreci esas olarak işleme, birleştirme ve bitirme aşamalarından oluşmaktadır. Üretim alanına getirilip stoklanan ham maddeler makinelerle gönderilerek işlenir ve bitirme işlemi ile son ürün haline getirilir. Bu noktada cilalama ya da boyama gibi diğer bitirme işlemleri uygulanabilir. Üretim aşaması sonrasında paketleme, taşıma ve depolama aşamaları gelmektedir. Son ürünün nakliyesi; tren, uçak, gemi, boru hattı gibi farklı seneçekler ile direkt uygulama alanına ya da ara bir istasyona taşınarak gerçekleştirilir ve kullanıcının eline sağlam bir şekilde ulaştırılır. Bu süreç sadece taşıma için gerekli enerji tüketimini kapsamakla sınırlı kalmayıp ulaşım aracının ve depolama alanının üretiminde tüketilen kaynakları da içermektedir (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Kullanım sürecinde ürünler özelliklerine bağlı olarak kullanılmaktadır ya da tüketilmektedir. Hasarları onarmak veya eskiyen kısımları değiştirmek için ise bakım ve onarım yapılmaktadır. Bununla birlikte çoğu ürün kullanım sürecinde kaynak ve enerji harcayarak atık üretmektedir (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Kullanım sonrası ürünün yok edilmesi sürecinde birden çok seçenek yer almaktadır. Bunlar ürünün yeniden kullanılabilir hale getirilmesi, geri dönüştürülmesi, yakılması ya da hiçbir kazanım elde edilmeden atık halinde bırakılması olarak sıralanabilir. Yeniden kullanım süreci; ürünün ya da parçalarının işlevsellikleri yenilenerek aynı ya da farklı görevlerde kullanılmasıdır. Geri dönüşüm sürecinde ise geri dönüştürülen ürünler aynı ya da farklı ürünün üretim sürecine dahil olmaktadır. Her iki durumda da geri dönüşüm toplama, ulaşım, ikincil ham maddelerin üretim öncesinde işlenmesi gibi birçok aşama gerektirmektedir. Ayrıca yakma işlemi içinde önce malzemelerin toplanması ve yakılacak alana taşınması gerekmektedir. Bunların dışındaki kullanılmayan ürünler ise çöp dökme alanlarına atılmaktadır ya da kontrolsüz bir biçimde çevreye dağılmaktadır (Vezzolini ve Manzini, 2008).

Bina bir ürün olarak ele alındığında ise; bütüncül bir YDD yaklaşımı için binanın üretim, yapım, kullanım ve kullanım sonrası süreçleri dikkate alınmalıdır (Bribian ve diğ., 2009). Diğer ürünlerin YDD'sinden farklı olarak binaların YDD'sinde yer alan yapım süreci; makineler ve bazı yardımcı malzemeler kullanılarak binaların

yapımının gerçekleştirildiği ve kullanıcıya hazır hale getirildiği bir aşamadır (Gibberd, 2003; Kellenberger ve Althaus, 2009). Binaların kullanım süreci, çevre üzerinde diğer süreçlerin toplamından daha büyük etkilere sahiptir (Annex 31, 2005). Annex 31’de yer alan binaya ait YDD süreçleri girdi ve çıktılarıyla birlikte Şekil 3.7’de detaylandırılmaktadır.



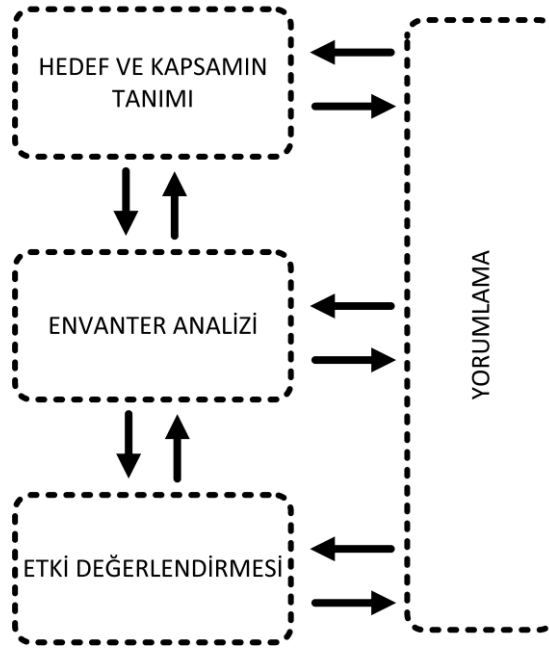
Şekil 3.7 : Bina yaşam dönemi değerlendirilmesi (Annex 31, 2005).

Şekil 3.7’de bina yaşamı boyunca doğadan gelen ve doğaya giden madde akışı gösterilmektedir. Analiz edilen bina sisteminin kaynak kullanımı, insan sağlığı ve ekolojik kaygılarla ilişkili olan girdi ve çıktı akışlarını da içeren genel etki çeşitleri dikkate alınmıştır (Annex 31, 2005).

3.5.2 Yaşam dönemi değerlendirilmesi aşamaları

Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (YDD) çalışmaları; çalışmanın hedef ve kapsamının anlatıldığı “hedef ve kapsam”, verilerin toplanmasını ve hesaplanmasını içeren “envanter analizi”, ürünün yaşamı boyunca çevresel etkilerinin büyüklüğünün, öneminin anlaşıldığı ve değerlendirildiği “etki değerlendirilmesi” ve elde edilen bulguların, çalışmanın amaç ve kapsamına uygun bir şekilde değerlendirildiği “yorumlama” aşamalarından oluşmaktadır (ISO 14040, 2006).

Yaşam dönemi değerlendirilmesi aşamaları arasındaki ilişki Şekil 3.8’de gösterilmektedir (ISO 14040, 2006). Hedef ve kapsam, envanter analizi, etki değerlendirilmesi ve yorumlama aşamaları izleyen alt bölümlerde detaylandırılmaktadır.



Şekil 3.8 : YDD süreci aşamaları ve ilişkileri (ISO 14040, 2006).

3.5.2.1 Hedef ve kapsam

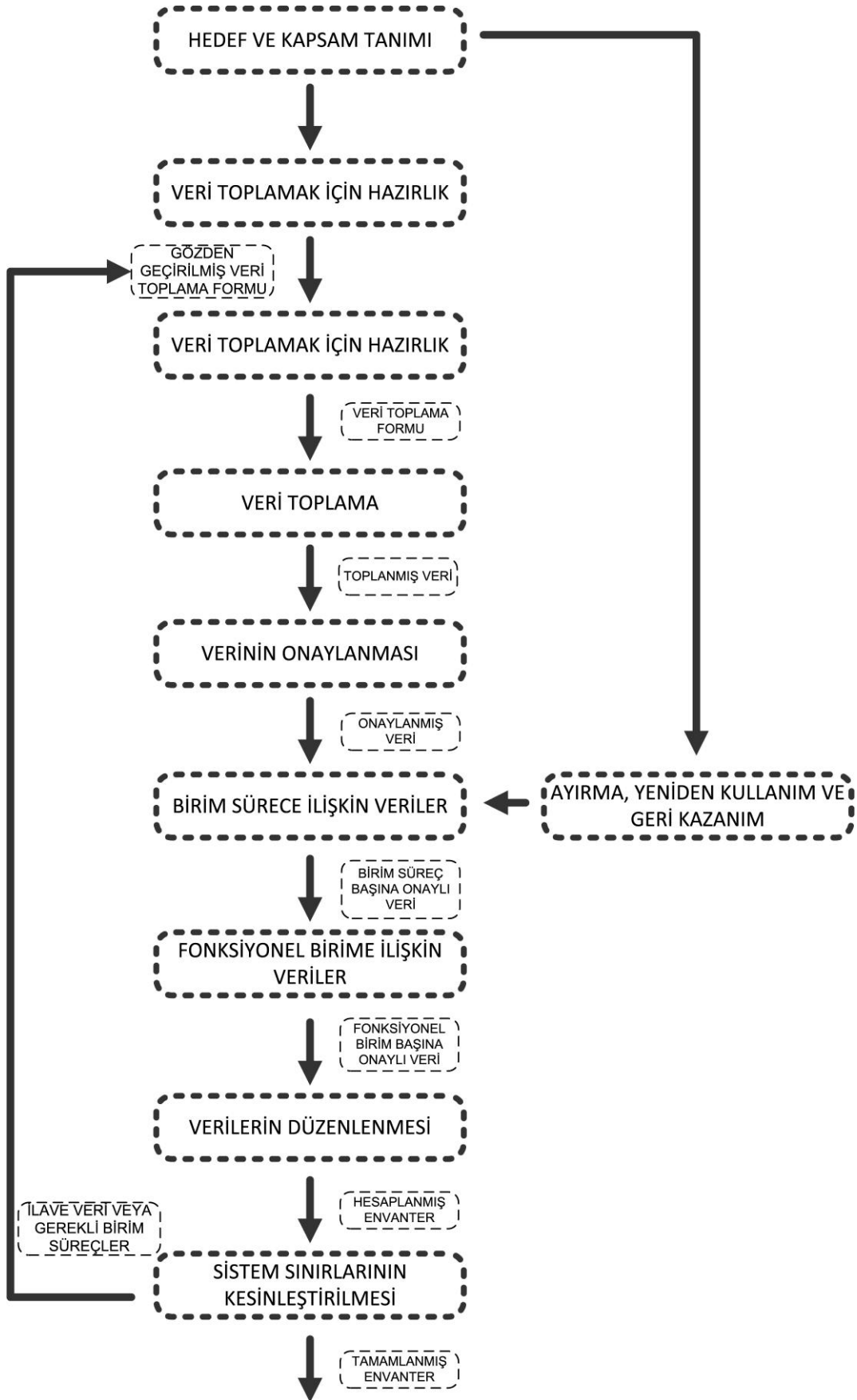
Yürütülecek olan çalışmanın varsayımları ve hedefleri bu ilk aşamada tanımlanmaktadır (Giudice ve diğ., 2006). ISO 14040 standardına göre YDD'nin hedefinde çalışmanın yapılma nedenleri, sonuçların ulaştırılacağı kişiler ve sonuçların kamuoyu açıklamalarında yer alıp almayacağı belirtilmelidir.

Hedef; çalışmanın kapsamı, genişliği, derinliği ve detayları ile uyumlu ve çalışma için yeterli olacak şekilde ifade edilmelidir. YDD'de kapsamın tanımında ise çalışılacak sistem, sistemin fonksiyonları, fonksiyonel birim, sistemin sınırı, değerlendirilen etki kategorileri ve etki değerlendirmesi metodolojisi ile sonrasında yapılacak yorum, veri gerekleri, varsayımlar, sınırlamalar gibi konular yer almalıdır (ISO 14040, 2006).

3.5.2.2 Envanter analizi

Envanter analizi; bir sistemin girdilerini ve çıktılarını ortaya çıkarmak için verilerin toplandığı ve hesaplandığı tekrarlı bir aşamadır. Toplanan veriler; “enerji ve ham madde girdileri”, “ürünler ve yan ürünler”, “havaya, suya ve toprağa verilen emisyonlar” ve “diğer çevresel veriler” başlıkları altında toplanabilir.

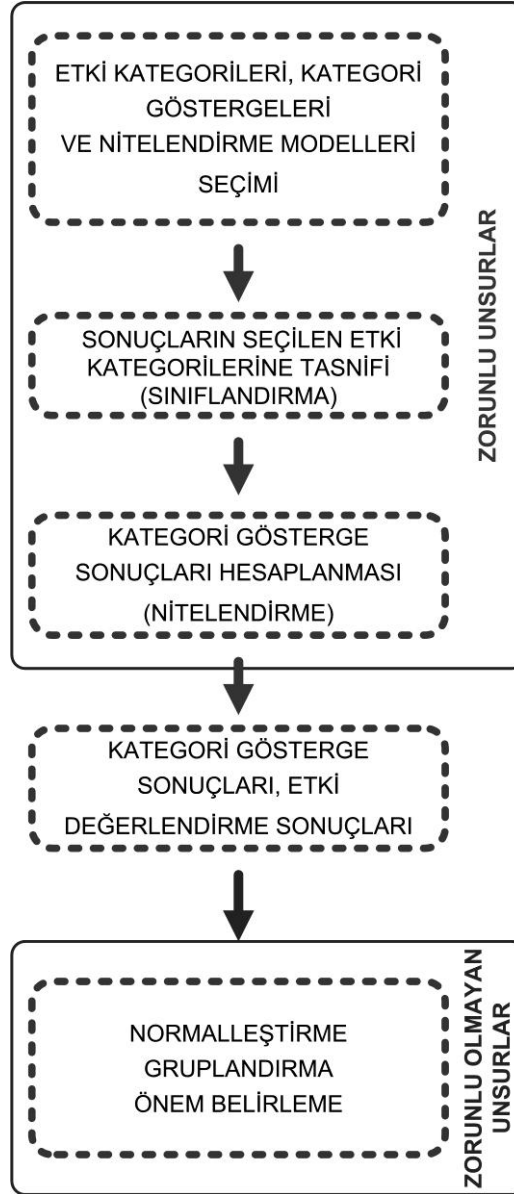
Verilerin geçerliliğini, birim süreçle ve fonksiyonel birimin referans akışıyla ilişkisini içeren değerlendirme işlemi ise envanter sonuçlarını belirlemek için önemlidir (ISO 14040, 2006). Envanter analizi; hazırlık, veri toplama, verinin onaylanması, birim sürece ve fonksiyonel birime ilişkin veriler, verilerin düzenlenmesi ve sistem sınırlarının kesinleştirilmesi ana aşamaları ile birlikte Şekil 3.9'da yer almaktadır.



Şekil 3.9 : Envanter analizi için basitleştirilmiş aşamalar (ISO 14044, 2006).

3.5.2.3 Etki değerlendirmesi

Etki değerlendirmesi; yorumlama aşaması için gerekli bilginin sağlandığı, envanter analizi ile elde edilen sonuçlar yardımıyla ürün sisteminin yaşam boyu olası çevresel etkilerinin büyüklüğünün, öneminin anlaşıldığı ve değerlendirildiği YDD aşamasıdır (ISO 14044, 2006). Etki değerlendirmesi unsurları şekil 3.10'da gösterilmektedir.



şekil 3.10 : Etki değerlendirmesi unsurları (ISO 14040, 2006).

Etki değerlendirmesi genel olarak birbirini izleyen dört alt prosedrdn oluşmaktadır. Bunlar; envanter akışlarının sınıflandırılması (sınıflandırma); nicelikler ile ilişkili olarak farklı etki kategorilerine göre tanımlama (nitelendirme); tüm tanımlanmış etki değerlerinin belirlenmiş normal lğ göre düzenlenmesi (normalleştirme) ve ağırlıklandırılmasıdır (ağırlıklandırma) (Giudice ve diğ., 2006; Vezzolini ve Manzini, 2008).

Etki değerlendirme metodunda sınıflandırma ve nitelendirme zorunlu unsurlar olmakla birlikte, normalleştirme ve ağırlıklandırma isteğe bağlı unsurlardır. Her YDD çalışmasının en azından sınıflandırma ve nitelendirme aşamalarını içermesi gerekmektedir (ISO 14040, 2006). Söz konusu aşamalar izleyen paragraflarda detaylandırılmaktadır (Pre, 2008a):

Sınıflandırma; ISO 14044 standardına göre hedef ve kapsam doğrultusunda, Yaşam Dönemi Envanteri (YDE) sonuçlarının tek etki kategorisine göre veya birden fazla etki kategorisine göre düzenlenmesidir (ISO 14044, 2006).

Nitelendirme; YDE sonuçlarının ortak birimlere ve aynı etki kategorilerine dönüştürülmesi ve dönüştürülen sonuçların toplanmasıdır. Dönüştürme yapılırken nitelendirme faktörleri kullanılmaktadır. Yapılan hesaplamaların çıktısı, sayısal olarak ifade edilen bir göstergedir (ISO 14044, 2006). Etki değerlendirme kategorileri tanımlandığında ve YDE sonuçları bu etki kategorilerine atandığında, nitelendirme faktörlerini tanımlamak gerekmektedir. Örneğin, 100 yıllık bir zaman ölçeğinde 1kg'lık CH₄'ün küresel ısınmaya etkisi 1kg CO₂ emisyonu etkisinin 25 katıdır. Bunun anlamı CO₂ nitelendirme faktörü 1 ise, CH₄'ün 25'dir. Küresel ısınma için etki kategorisi göstergesi, YDE sonucu ve nitelendirme faktörünün çarpımı ile hesaplanabilmektedir (Pre, 2008a).

Normalleştirme; referans bilgilere göre gösterge sonuçlarının büyüklüğünün hesaplanmasıdır. Normalleştirmenin amacı, çalışılan sistemin her bir gösterge sonucu için bağıl büyüklüğünün daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Normalleştirme, gösterge sonucunun referans olarak seçilen bir değer tarafından bölünmesiyle değiştirilmesini sağlamaktadır. Referans sistemin seçiminde, çevresel mekanizma ve referans değerlerin zaman ve mekân ölçeğiyle uygunluğu dikkate alınmalıdır (ISO, 14040, 2006).

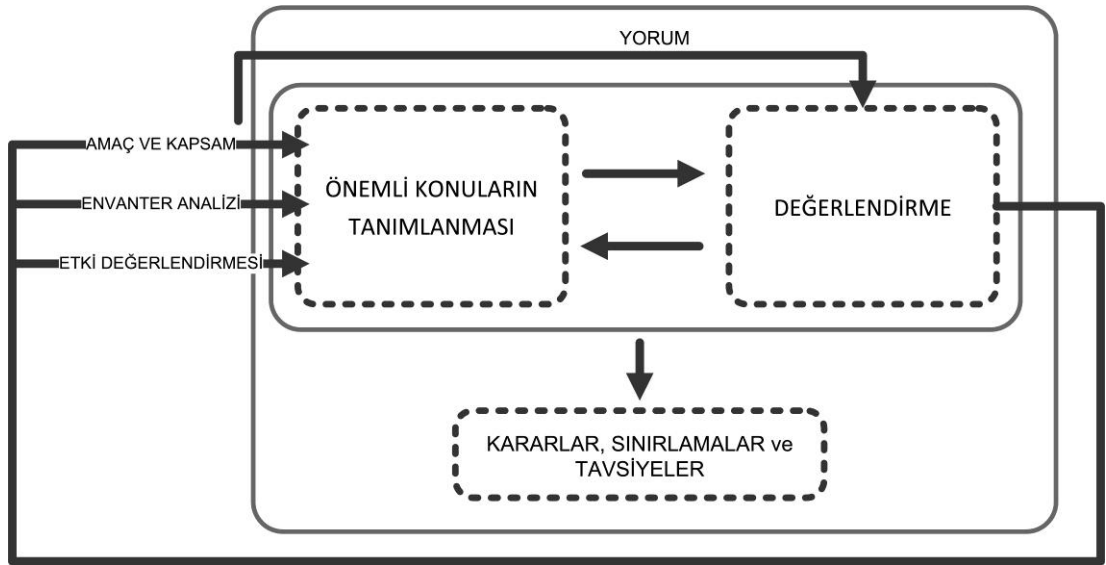
Ağırlıklandırma; yaşam dönemi etki değerlendirmesinde en çok anlaşılmaza neden olan adımdır. Ağırlıklandırma problemlerini çözmek ya da basitleştirmek için; etki kategorisini değerlendiren ve bir kurul tarafından önceden tanımlanmış ağırlıklar kullanılması, hedefe olan uzaklığa göre ağırlıklandırma yapılması veya paralaştırma (Monetarisatıon) işlemi ile ağırlıklandırma gibi birkaç yol önerilmektedir (Pre, 2008a).

Uygun çevresel etki kategorisini seçmek önemli bir adımdır. Çalışmanın amacı ve kapsamı, bu seçime kılavuzluk eder. Bir diğer önemli yardım ise, bitiş noktalarının tanımlanmasıdır. Bitiş noktaları, insan sağlığı, türlerin yok olması, gelecek nesiller için doğal kaynakların varlığı gibi çevre ile ilgili konular olarak anlaşılabilir. İlk olarak bitiş noktaları dikkatlice belirlenir. Etki kategorisini bitiş noktalarına bağlayan

Çevresel model açıkça tanımlandığında, etki kategorileri seçilebilir (Pre, 2008a). YDD'de kullanılan en önemli çevresel etki kategorileri; cansız kaynak tüketimi, enerji tüketimi, zehirliklik-insan sağlığı, eko-toksisite, asitlendirme, ozon tabakasının delinmesi ve küresel ısınmadır (UNEP, 1996). Bahsedilen evresel etki kategorileri Bölüm 3.3'te detaylandırılmıştır.

3.5.2.4 Yorumlama

Yorumlama aşaması; amaç ve kapsamın tanımı ile uyumlu olmalı ve sınırlamaları belirtmelidir. Aynı zamanda tavsiyede bulunulabilecek sonuçları içerecek düzende, kolay anlaşılabilir, çelişkisiz ve eksiksiz olmalıdır. Yorumlama; envanter analizi ve etki değerlendirmesi aşamaları verilerinin değerlendirildiği bir aşamadır. Yaşam boyu etki çalışmalarının yapıldığı durumlarda sadece envanter analizi ile elde edilen veriler değerlendirilmektedir. Yorumlama aşaması şekil 3.11'de gösterildiği gibi önemli konuların tanımlanması, değerlendirme, kararlar, sınırlamalar ve tavsiyeler öğelerinden oluşmaktadır (ISO 14044, 2006).



şekil 3.11 : Yorumlama aşaması öğeleri ve diğer aşamalarla ilişkisi (ISO 14044).

3.5.3 Yaşam dönemi değerlendirmesi metot ve araçları

Binaların yaşam dönemi boyunca çevresel etki performansını değerlendirmek, bu süreçte kullanılan her malzemenin çevreye olan etkisini ölçmek, daha çevreci binalar tasarlamak ve mevcut binaların çevresel etkilerini değerlendirmek için birçok YDD metot ve aracı geliştirilmiştir. Bu metot ve araçlar; kaynakların etkin kullanımı, insan sağlığı ve ekosistemi koruma gibi konularla ilgilenmektedir (Trusty, 2005; Langdon, 2006).

YDD metot ve araçları; malzemelerin üretim süreçlerine ilişkin verileri toplamak ve güncel tutmak için oluşturulmuş yoğun veri tabanları içermektedir (Cole ve diğ., 2005). Birçoğu Yaşam Dönemi Etki Değerlendirmesi (YDED) yapan bilgisayar tabanlı modellerdir, bazıları ise rapor formatındadır (Langdon, 2006). Tez kapsamında bu farkın irdelenebilmesi için bilgisayar tabanlı modellere YDD *aracı*; rapor formatındakilere ise 'YDD metodu' denilmektedir.

YDD araçları, gerekli olan verilerin kullanıcı tarafından programa girilmesi ile performans ölçümlerini hesaplayabilmektedir. Bazı verilerin girilemediği durumlarda araçlarda bulunan uygun veriler kullanılabilir. YDD metot ve araçları binaların daha gerçekçi olarak değerlendirilebilmesi için genellikle bölgesel ürün veritabanlarına sahiptir (Langdon, 2006).

Genel olarak kullanılan veritabanlarına; Ecoinvent veritabanı (url-10), The BUWAL 250 kütüphanesi (url-11), IDEMAT 2001 (url-12), USA Input Output kütüphanesi, The Franklin US LCI kütüphanesi ve The ETH-ESU kütüphanesi (url-13) örnek olarak gösterilebilir. İsveç Yaşam Dönemi Envanteri Merkezi (Swiss Centre for the Life Cycle Inventories) tarafından geliştirilen Ecoinvent yaşam dönemi envanter veritabanı diğer veritabanlarından daha yaygın olarak kabul görmektedir (Langdon, 2006).

Farklı bina çevresel değerlendirme metot ve araçlarının ortaya çıkışı; içerik, çerçeve ve bağlam gibi konuların tartışılmasını sağlayarak, bu alanda bir sınıflandırma yapılmasını gerektirmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency, IEA) ve Athena Enstitüsü tarafından geliştirilen iki yaygın sınıflandırma sistemi vardır (Haapio ve Viitaniemi, 2008).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yayımladığı Annex 31 adlı belgede değerlendirme metot ve araçları:

- Enerji Modelleme Yazılımı
- Binalar ve Bina Stokları için Çevresel YDD Araçları
- Çevresel Değerlendirme ve Derecelendirme Sistemleri
- Bina Tasarımı ve Yönetimi için Çevresel Kılavuzlar veya Denetim Listeleri
- Çevresel Ürün Beyanları, Kataloglar, Referans bilgiler, Sertifikalar ve Etiketler

olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır (Annex 31, 2005).

Athena Enstitüsü tarafından geliştirilen sınıflandırma sisteminde ise metot ve araçlar:

- Seviye 1; ürün karşılaştırmak için kullanılan araçlar ve bilgi kaynakları
- Seviye 2; tüm bina tasarım veya kararlarını destekleyen araçlar
- Seviye 3; tüm bina değerlendirme taslakları veya sistemleri

olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır (Trusty, 2000).

Trusty ve Hust (2005) 'Dünya'da Kullanılan YDD Araçları' adlı makalelerinde; Seviye 1 araçlarının, bireysel ürünlerin veya basit uygulamaların çevresel ya da ekonomik açıdan (ya da ikisi birden) karşılaştırılmasına odaklandığını belirtmektedirler. Seviye 1 araçları; YDD uygulayıcılarına yönelik olarak 'Seviye 1A' ve detaylı işin arka planda yapılarak basitçe sonuca ulaşmak isteyenlere yönelik olarak 'Seviye 1B' olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Şekil 3.12'de Athena Enstitüsü sınıflandırma sistemine göre YDD metot ve araçlarının seviyeleri, ülkeleri ve kısa açıklamaları yer almaktadır (Trusty ve Hust, 2005).

Haapio ve Viitaniemi (2008) 'Bina Çevresel Değerlendirme Araçları Hakkında Bir Eleştiri' adlı makalelerinde Uluslararası Enerji Ajansı'nın ve Athena Enstitüsü'nün sınıflandırma sistemlerini birleştirmişlerdir. Oluşan sınıflandırma sistemi örneklerle aşağıda yer almaktadır:

- Enerji Modelleme Yazılımı
- Binalar ve Bina Stokları için Çevresel YDD Araçları
 - Seviye 1: BEES 3.0, TEAM
 - Seviye 2: ATHENA, BEAT 2002, BeCost, Eco-Quantum, Envest 2, EQUER, LEGEP ve PAPOOSE
 - Seviye 3: EcoEffect ve ESCALE
- Çevresel Değerlendirme ve Derecelendirme Sistemleri
 - Seviye 3: BREEAM, EcoProfile, Environmental, Status Model ve LEED
- Bina Tasarımı ve Yönetimi için Çevresel Kılavuzlar veya Denetim Listeleri
- Çevresel Ürün Beyanları, Kataloglar, Referans Bilgiler, Sertifikalar ve Etiketler

(Haapio ve Viitaniemi, 2008).

ÜLKE		AÇIKLAMALAR
Seviye 1A araçları		
SimaPro	Hollanda	Seviye 1A araçları uygun veriler seçilerek ya da birleştirilerek kökeni farklı ülkeler için dikkatli olmak koşulu ile kullanılabilirler.
GaBi	Almanya	
Umberto	Almanya	
TEAM	Fransa	
Seviye 1B araçları		
BEES	ABD	YDD ve yaşam dönemi maliyeti metotlarını birleştirir. Hem özel markaların verilerini hem de genel verileri içerir.
LCAiT	İsveç	Tasarımcılar ve üreticiler için elverişli bir araçtır.
TAKE-LCA	Finlandiya	HVAC ürünlerinin enerji içeriği ve enerji tüketimini kapsayan karşılaştırmalar için kullanılır.
Seviye 2 araçları		
Athena Environmental Impact Estimator (EIE)	Kanada/ABD	Tüm Seviye 2 araçları, tasarlandıkları ülkeye ya da bölgeye özgü olan bina sistemlerini verilerle birleştirerek kullanılır.
BRI LCA (enerji ve CO ₂)	Japonya	
EcoQuantum	Hollanda	
Envest	İngiltere	
Green Guide to Specifications	İngiltere	
LISA	Avustralya	
LCADesign	Avustralya	
Seviye 3 araçları		
BREEAM	İngiltere	Seviye 2'de sınıflandırılan Green Guide metodunun sonuçlarını kullanır.
GBTTool	Uluslararası	Yerleşik hesap makineleri kullanarak temel YDD hesaplamaları yapan ya da YDD sonuçlarını kabul eden deneysel bir platformdur.
Green Globes	Kanada/ABD	Bir tasarım grubu tarafından Seviye 1 veya 2 aracı kullanılarak yürütülen YDD çalışmalarına dayanarak yüksek bir orandaki kaynak kullanımı kredilerini belirler.

Şekil 3.12 : Athena Enstitüsü sınıflandırma sistemine göre YDD metot ve araçları (Trusty ve Hust, 2005).

3.5.4 SimaPro benzetim aracı

Yaşam Dönemi Değerlendirmesi yönteminin uygulanması aşamasında, ilerki bölümde yapılacak olan çevresel değerlendirme için, YDD metot ve araçlarından SimaPro benzetim programı seçilmiştir. Bu bölümde, YDD ilkeleri çerçevesinde SimaPro benzetim programının tanımı, kullanıldığı bazı çalışmalar ve karşıladığı YDD prensipleri hakkında bilgi verilmektedir.

SimaPro; kullanıcıya ürünlerin ve servislerin çevresel performansını toplamayı, analiz etmeyi ve gözlemlemeyi sağlayan profesyonel bir araçtır. Karışık yaşam dönemleri, ISO 14040 serisi önerileri takip edilerek, sistemli ve anlaşılabilir bir biçimde kolaylıkla modellenabilir ve analiz edilebilir.

İlk olarak 1990'da danışmanlar ve üniversiteler tarafından tasarlanmıştır. Güvenilir ve esnek bir araç olarak, önemli endüstrilerde ürün, süreç ve servislerin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. SimaPro, dünya çapında yaklaşık 60 ülkede en başarılı YDD yazılımı olmayı sürdürmektedir. Bu yazılımı değerlendiren ve deneyimleyen YDD uzmanları SimaPro'nun yüksek standartlarda bir yazılım olduğunu belirtmektedirler. İzleyen paragraflarda SimaPro'nun özellikleri ayrıntılandırılmıştır (SimaPro, 2008).

SimaPro programı, profesyonel bir YDD yazılım paketinden beklenen özelliklere sahiptir. Bu özellikler:

- Çok sayıda ürün içermesi
- ISO 14040'da belirtilen sezgisel kullanıcı ara yüzü
- Kolaylıkla modelleme
- Parametrelerle ifade edilmiş senaryo analizi modellemesi
- Girdi – çıktı veritabanları ile karma YDD
- Excel ya da ASP veritabanlarına doğrudan bağlanma
- Kullanıcı modelinin her aşamasında doğrudan etki değerlendirmesi hesaplarına ulaşım
- Monte Carlo analizi
- Bütün sonuçların bir uygun pencerede görüntülenmesi
- Etkileşimli sonuç analizi (sonuçları başlangıç noktasına kadar gerçek zamanlı izleme)

- Sonuçların gruplanması
- Zayıf nokta analizi (süreç ağacını “duyarlı bölgeler” i tanımlamak için kullanmak)
- Bütün sonuçlar için kapsamlı seçenekleri filtreleme
- Karışık atık arıtma ve geri dönüşüm senaryolarını analiz etme
- Çeşitli çıktı süreçlerinin bölüştürülmesi

olarak sıralanabilir (SimaPro, 2008).

Ürün Ekolojisi Danışmanları'na (Pre, 2008a) göre; SimaPro ailesi YDD'yi esnek bir şekilde gerçekleştirmeye olanak sağlar. Projede YDD'nin öneminin artması ile kullanılan yazılım geliştirilebilir. Bu doğrultuda; sıkıştırılmış (compact), analizci (analyst) ve geliştirici (developer) olmak üzere üç farklı sürümü vardır. 'Sıkıştırılmış' sürümü bir YDD çalışmasını yapabilecek özelliklere sahiptir, ancak parametrik modelleme ya da senaryo analizi gibi daha özel bir çalışma yapılması gerektiğinde 'analizci' sürümü tercih edilmektedir. 'Geliştirici' sürümü de 'Analizci' sürümü ile aynı özelliklere sahiptir, ancak diğer yazılımlarla bağlantı sağlanması istenirse bu sürüm kullanılmaktadır.

SimaPro binlerce süreç içeren birçok kapsamlı envanter veritabanı ve en önemli etki değerlendirme metotlarını içermektedir. Bu nedenle, bir YDD projesine başlarken, kullanıcı veri toplamak zorunda kalmadan çalışmasındaki önemli konulara odaklanabilir. 4000 süreçli bir veritabanı olan Ecoinvent v2, bütün profesyonel SimaPro sürümlerinde bulunmaktadır.

SimaPro yazılımı çeşitli dillerde çalıştırılabilir. Şu anda programın çalışabildiği diller İngilizce (ABD ve İngiltere), Çince (sadeleştirilmiş ve geleneksel), Almanca, Fransızca, Danca, Felemenkçe, İtalyanca, Portekizce (Brezilya ve Portekiz), İspanyolca ve İsveççe'dir. Veritabanları, yardım ve el kılavuzları sadece İngilizcedir ve başka dillerde çevirileri bulunmamaktadır. Japonca sürümü ise Yamatake tarafından sağlanmaktadır.

SimaPro'da etki değerlendirme metodu ana iskeleti; nitelendirme (characterization), hasar analizi, normalleştirme (normalization) ve ağırlıklandırmadan (weighting) oluşmaktadır. ISO standartlarına göre hasar analizi, normalleştirme ve ağırlıklandırma seçime bağlıdır. Bu, söz konusu analizlerin her zaman bütün metotlar için uygun olmayabileceği anlamına gelmektedir. SimaPro, kullanıcının bir metodu düzenlerken bu özellikleri açıp kapatmasına olanak sağlamaktadır.

SimaPro benzetim programının, bina ürünlerinin malzeme, bileşen ve sistem düzeyinde yaşam dönemi çevresel değerlendirmesinde kullanıldığı çalışmalardan birkaçı aşağıdaki gibidir:

- Kosareo ve diğ., (2007); üç farklı çatı tipi (2 yeşil çatı ve bir geleneksel taş kaplamalı çatı) arasından, çevresel performans yönünden en uygun olan çatı tipini seçmek için yaptıkları çalışmada,
- Huntzinger ve diğ., (2009); dört farklı çimento türünün üretim süreçlerinin çevresel etkisini değerlendirdikleri çalışmada,
- Chau ve diğ., (2007); Hong Kong'daki yüksek katlı ticari yapıların farklı tipleri için, bina malzeme ve servis bileşenlerinin toplam çevresel etki profilini ve binanın toplam çevresel etkisi içindeki oranlarını belirlemede,
- Blengini, (2008); farklı organik atık yönetimi senaryolarının yaşam dönemi etkilerini değerlendirmek amacıyla,
- Xu ve diğ., (2008); doğal liflerle güçlendirilmiş polipropilen kompozitlerin yaşam dönemini değerlendikleri çalışmada,

SimaPro yazılımının farklı sürümlerini kullanmışlardır.

SimaPro benzetim programı, YDD aşamaları kapsamında izleyen bölümlerde detaylandırılmaktadır.

3.5.4.1 Hedef ve Kapsam

SimaPro programında her proje için hedef ve kapsamı tanımlayan metin alanı, arşiv bölümü ve veri niteliği bölümü olarak üç bölüm yer almaktadır. Metin alanı; kullanıcının amaç ve kapsam tanımı için gereken farklı durumları tanımlamasına olanak sağlayan bölümdür. Bu bölümde oluşturulan metin daha sonra kullanıcı raporuna kopyalanabilir. Arşiv bölümünde kullanıcı standart veri tabanları içerisinden projesi için uygun olduğunu düşündüğü veri grubunu seçebilmektedir. Veri niteliği bölümünde ise istenen veri özellikleri tanımlanabilir. İstenen gereksinimler tanımlandıktan sonra, süreç dizininde bulunan VNG (veri niteliği göstergesi) alanında değişik renkler görüntülenir. Yeşil; sürecin kullanıcı gereksinimleriyle tamamen örtüştüğü anlamına gelmektedir. Sarı; küçük uyumsuzluk anlamındadır. Turuncu gözden geçirilmesi gereken uyumsuzluklar olduğunu belirtmektedir. Kırmızı ise büyük çaplı sapmalar olduğunu belirtmektedir. Bu üç bölüm kullanıcının ISO ilkeleri ile YDD çalışması arasında istikrarlı bir yol izlemesini sağlamaktadır (PRe, 2008a).

Kapsamda yer alan sistem sınırlarının değiştirilmesi, alt sınır kullanımı, paylaşım/ bölüştürme, paylaşım/ bölüştürme ilkelerinin değiştirilmesi ve belirsizlikler ve veri niteliği kavramları izleyen paragraflarda açıklanmaktadır (PRe, 2008a).

Sistem sınırlarının değiştirilmesi; farklı sistem sınırlarının etkileri çalışılmak istendiğinde, kullanıcının SimaPro'da yer alan parametreleri sınırları değiştirmek için kullanabilmesidir. Örneğin kullanıcı bir enjeksiyon kalıplama sürecini modellerken; önce kalıp içindeki çelik miktarını tahmin edip, daha sonra bu miktarı o kalıpla yapılabilecek tahmini numune sayısına bölerek, ürün başına paylaştırılmış çelik miktarını elde edebilir. Bu örnekte kalıp içindeki çeliğin 100 kg ve numune sayısının 10000 olduğu kabul edilirse; ürün başına çelik miktarı 10'ar gram olmaktadır. Bu miktar, SimaPro'da enjeksiyon kalıplama sürecine veri olarak girilebilir. Bunun yanı sıra kullanıcı 10 gramlık değeri girmek yerine $-S \times 10$ - gram gibi basit bir formül de oluşturabilir. Hesaba başlamadan önce bir S değeri belirtilmelidir. Eğer kullanıcı değeri 1 olarak seçerse metali hesaba dahil etmiş olur; sıfır olarak seçerse hesaba katmamış olur. Bu uygulama esas olarak kullanıcı, değişimi farklı alanlarda uyguladığında etkilidir.

Alt sınır kullanımı; durdurma kriterlerinin (cut-off criteria) kullanımının etkisi süreç ağacında ya da ağ penceresinde analiz edilebilmesiyle yapılmaktadır. Birçok YDD'de süreç ağacı oldukça büyük hale gelebilir. Yaklaşık 2000 süreçli YDD'ler var olabilmektedir. Bunlar arasında çevresel yükü çok az olan birçok süreç bulunmaktadır. Bu nedenle, karmaşıklığı azaltmak üzere incelenen konuyla bağlantısına göre 10 ila 30 arası süreç seçilmekte, diğerleri ihmal edilmektedir. Böylece süreç ağacında ilgili konuları görmek daha kolay hale gelmektedir.

Paylaşım/ bölüştürme gereksinimi, her sürecin aynı anda hem çoklu çıktılarına hem de kaçınılan çıktılarına sahip olabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu, kullanıcının sistem sınırlarını genişletebileceği ve doğrudan paylaşım yapabileceği anlamına gelmektedir. Her çoklu çıktının arkasına, bölüştürülmüş payları belirten bir yüzdelik oranı eklenebilir. Örneğin kullanıcı bir kereste fabrikasının çevresel yükünü düşündüğünde, diğer ürünleri ihmal ederek, %50 kereste, %50 talaş şeklinde ayırabilir. Bu durumda, paylaşım kütle (mass) esas alınmaktadır. Eğer kullanıcı ekonomik paylaşım ilkelerini kullanırsa; kalasın ekonomik değeri talaşın değerinden daha yüksek olduğu için %80 kereste ve %20 talaş olarak ayrılır. Paylaşım yüzdesi toplamı %100 olmalıdır. Paylaşım yüzdesinin dayandırıldığı ilkeler kullanıcı kararına bırakılmıştır. SimaPro'da paylaşım yüzdesinin belirlenerek doküman haline getirilmesi tavsiye edilmektedir.

Paylaşım yüzdeleri aynı zamanda parametrelerle de ifade edilebilir. Bu parametreler veri tabanı ya da proje seviyesinde kontrol edilebilir. Bunun anlamı kullanıcının paylaşırma/bölüştürme parametrelerini kolayca değıştirme imkanına sahip olması ve programı tekrar çalıştırdığında paylaşırmanın sonuçları nasıl etkilediğini görebilmesidir. Ekonomik paylaşırma kullanılması halinde, kullanıcı genelde paylaşırmaya dayalı değerlerde önemli belirsizliklerle karşı karşıya kalmaktadır. Eğer parametre olarak paylaşırma yüzdelerini tanımlarsa, aynı zamanda belirsiz bir aralığı da tanımlamış olur. Ayırma parametrelerinde belirsizlik verileri kullanılırsa, toplam paylaşırma parametrelerinin yüzdeleri toplamının %100 olmasına dikkat edilmelidir. Eğer paylaşırma parametrelerinde sadece belirsiz simgeler tanımlanırsa, kullanıcı %100 lük oranı tanımlamada başarısız olabilir. Bunun için basit bir çözüm olarak formül kullanılması önerilmektedir. Örneğin, A ürününün ayırma yüzdesini A olarak tanımlarsak, B ürününün ayırma yüzdesi $(1-A)$ olarak tanımlanmalıdır.

SimaPro'da kullanıcı ulaşmak istediğı veri profilini tanımlayabilir. Bu profilde kullanıcı,

- Veri toplama zamanı
- Alan
- Teknoloji türü
- Bölüştürme ilkeleri
- Sistem sınırları

için tercihlerini tanımlayabilir. Kullanıcı bu özellikleri her süreçte belirterek, yapılanlar ve yapılması istenenler arasındaki uyumsuzlukları takip edebilmektedir (PRe, 2008a).

3.5.4.2 Envanter Analizi

YDD uygulamalarında en özen gerektiren kısım veri toplanmasıdır. Kullanıcı veritabanında ne kadar kullanılabilir veri olursa olsun yine de kullanılamayan birkaç süreç ve malzemeler bulunur ya da kullanılabilir veriler durumu temsil edemeyebilir. Kullanıcının sahip olduğu zamana ve bütçesine bağılı olarak bu tip verileri toplamada kullanılabilir birkaç strateji vardır. Genel olarak özel ve genel veriler olmak üzere iki gruba ayırmak kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Özel veriler; kullanıcının sistemini modellemesi için gerekli olan belirli bir ürün sistemi ya da özelleşmiş bir ürün sistemi gibi çok tanımlı verilerdir. Genel veriler; malzemeler, enerji, ulaşım ve atık yönetimi

sistemleri için veritabanlarında ya da ilgili kaynaklarda bulunabilir verilerdir. Bu veri türleri arasında çok belirgin bir fark yoktur; YDD projesi konusuna bağlı olarak değişim gösterebilir (PRe, 2008a).

SimaPro mevcut veritabanı kullanılarak bir YDD hazırlanmaya başlandığında, ne kadar çok veriye sahip olunduğu ve nelerin eksik kaldığı görülebilir. Eksik olan veriler, veritabanındaki benzer bir bilgi ile doldurulabilir. Böylece 'eksik' verinin bütün YDD için önemi analiz edilebilir. Bu analize dayanarak, kullanıcı gerçekten dikkat etmesi gereken veriye odaklanabilir. Örneğin bu veri her etki kategorisine %0,1–1'den daha fazla etki etmiyorsa, kullanıcı bu veriyi ihmal ederek tahmini bir değer kullanabilir. Tahminler; benzer süreçlerdeki verileri kullanarak, süreç içindeki enerji kullanımı tahmin ederek ya da girdi çıktı veritabanlarından alınan istatistiksel verileri kullanarak yapılabilir (PRe, 2008a).

SimaPro içindeki arka plan verileri, kullanıcının var olan YDD ile ilgili verilerle gelecek projeler için yararlı olabilecek verileri ayırt edebilmesini sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu veriler projelerde değil kitaplıkta saklanır. Profesyonel SimaPro sürümleri kapsamlı bir 'Ecoinvent kitaplığı' içermektedir. Bu kitaplık 2700'nin üzerinde süreci kapsamaktadır. Kullanıcı YDD'yi yaparken, yeni verileri kitaplığa değil projesine ekler. Eğer kitaplıktan bir veriye ihtiyacı olursa, o veriye bağlantı kurulabilir. Kullanıcı kitaplık verisini yeniden düzenlemek isterse, veri projeye kopyalanabilir ve sadece kopyası yeniden düzenlenebilir. Eğer toplanan veri diğer projeler için de yararlı ise, bu veri kitaplığa taşınabilir. Bu şekilde kullanıcı veri kalitesini arttırarak veri kitaplığını geliştirmiş olur. Bu da kullanıcının projelerde ihtiyacı olan esnekliğe sahip olmasını sağlar (PRe, 2008a).

SimaPro süreç yapısını bir matris gibi yorumlayarak envanteri hesaplar. Bu aynı zamanda girdi-çıktı veri grupları/veri tabanları (örneğin ETH-ESU ya da ecoinvent veritabanları) gibi 'çevrimli (looped)' verilerini hesaplama avantajı sağlar. 'Çevrimli' veri için ihtiyaç kolayca görselleştirilebilir. SimaPro yaklaşık 500 ürünün çok detaylı girdi-çıktı veritabanlarını içerir. Veritabanı yaygın emisyonlar ile küçük ve orta çaplı endüstriler için tahminleri kapsamaktadır. Detaylı bilgi SimaPro 7 veritabanı el kitabında verilmiştir (PRé, 2008b). İzlenen paragraflarda el kitabında yer alan SimaPro veri tabanları kısaca ayrıntılandırılmıştır:

BEES 4.0

BEES, "Building for Environmental and Economic Sustainability" (Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik için Binalar) kavramının kısaltması olup; Ulusal Standart ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology "NIST")

tarafından geliştirilmiş bir yazılım aracıdır. BEES yaşam dönemi değerlendirmesi, yaşam dönemi maliyeti ve yapı malzemeleri konularını içerir. Sonuçlar ise; yaşam dönemi değerlendirmesine, yaşam dönemi maliyetine ya da her ikisinin kombinasyonu olacak şekilde sunulur.

CML 1992 v2.1

Bu sınıflandırma metodu, Hollanda'daki Leiden Üniversitesi'ne bağlı Çevresel Çalışmalar Merkezi (CML: Center for Environmental Studies) tarafından Kasım 1992'de yayınlanan metot esas alınarak oluşturulmuştur.

CML 2001

2001 yılında CML önderliğinde bir grup bilim adamı etki değerlendirme adımı için bir takım etki kategorisi ve nitelendirme metodu önermiştir. Etki değerlendirme metodu ecoinvent veritabanı içinde CML 01 yöntemi olarak yer almaktadır.

Yığılımlı Enerji Gereksinimi (CED: Cumulative Energy Demand)

Toplu enerji gereksinimini hesaplamaya yarayan metot (CED: Cumulative Energy Demand), 'Ecoinvent Sürüm 1.01' olarak yayınlanan metot esas alınarak hazırlanmış ve SimaPro veritabanında mevcut enerji kaynakları için PRé uzmanları tarafından genişletilmiştir.

Yığılımlı Ürün Sağlama Enerjisi Gereksinimi (CExD: Cumulative Exergy Demand)

Yığılımlı ürün sağlama enerjisi gereksinimi (CExD: Cumulative Exergy Demand) göstergesi, bir ürünü sağlamak için doğadan alınan toplam enerji gereksinimini tahmin etmek üzere oluşturulmuştur.

Eco-indicator 95 v2.1

Metotta yer alan bütün nitelendirme faktörleri 'belirsiz' olan bütün alt bölümlere uygulanabilir biçimde tasarlanmıştır.

Eco-indicator 99 v2.05

Eco-indicator 99, Eco-indicator 95'ten sonra gelen sürümdür. Her iki metot da hasara yönelik yaklaşımı kullanmaktadır. Eco-indicator 99 yönteminin gelişimi, ağırlıklandırma metodunun tasarımı ile başlamıştır.

Ekolojik İz

Ekolojik iz, bir nüfusun tükettiği kaynakları yeniden üretmek ve fosil/nükleer yakıt tüketiminin yarattığı atıkları absorbe etmek için gereksinim duyduğu, biyolojik açıdan üretken olan toprak ve su olarak tanımlanır.

Ecopoints 97 (CH) v2.1

İsviçre Çevre Bakanlığı (BUWAL) tarafından geliştirilen Ecopoint sistem 11, güncel çevre kirliliği ve İsviçre yasalarına uygun kritik hedeflere dayanmaktadır. Tek skorlu etki değerlendirmesi için erken örneklerden birisidir. Ecopoints 97 1990 metodunun geliştirilmiş halidir.

Ekolojik Kıtlık 2006

Ekolojik kıtlık “ecological scarcity” metodu, Yaşam Dönemi Envanterlerinin etki değerlendirmesine olanak tanımaktadır.

Ekosistem Hasar Potansiyeli (EHP)

Ekosistem Hasar Potansiyeli; İsveç Federal Teknoloji Enstitüsü –Zurich (ETH) tarafından geliştirilen, toprak kullanımı ve dönüştürülmesi için bir yaşam dönemi değerlendirme yöntemidir. Canlı türleri üzerinde toprak kullanımının etkilerinin değerlendirilmesini esas almaktadır.

EDIP/UMIP 97 v2.1

EDIP (Endüstri Ürünleri Çevresel Tasarımı: Environmental Design of Industrial Products) / UMIP (Danimarka dilindeki kısaltılmış ismi) metodu 1996’da geliştirilmiştir. ‘Atık su arıtma fabrikaları (WWTP: waste water treatment plants)’ için gerekli çevre ve emisyon konuları, SimaPro sürümü içinde kapsam dışı bırakılmıştır.

EDIP 2003

EDIP 2003, Danimarka YDD yöntemidir ve EDIP 97 sürümünün güncellenmiş halidir.

EPD 2007

Bu metot Çevresel Ürün Bildirimi (EPDs: Environmental Product Declarations) oluşturulması için kullanılmaktadır. İsveç Çevresel Yönetim Konseyi (SEMC: Swedish Environmental Management Council) internet sitesinde yayınlanmaktadır.

EPS 2000 v2.1

EPS 2000 olağan yöntemi (ürün tasarımında olan çevresel üstünlük stratejileri), hasara yönelik bir metottur. Gösterge ünitesi Çevresel Yük Birimi (ELU: Environmental Load Unit)’dir. Bu metot nitelendirme ve ağırlıklandırma yöntemlerini kapsar, normalleştirme yöntemi ise yer almamaktadır.

Impact 2002+

IMPACT 2002+ İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü – Lausanne (EPFL) tarafından geliştirilmiş bir etki değerlendirme metodudur. İleriki bölümde yapılacak uygulama için bu etki değerlendirme metodu seçilmiştir.

IPCC 2001 GWP V1.1

IPCC 2001 metodu; 'İklim Değişikliği Uluslararası Paneli (International Panel on Climate Change)' tarafından geliştirilmiştir. Metot; IPCC'nin iklim değişiklikleri faktörünü 20, 100 ve 500 yıllık zaman aralıklarında listelemektedir.

IPCC 2007

IPCC 2007, IPCC 2001 yönteminin güncellenmiş halidir. 'İklim Değişikliği Uluslararası Paneli' tarafından geliştirilmiştir. Bu metot, IPCC'nin iklim değişiklikleri faktörünü 20, 100 ve 500 yıllık zaman aralıklarında listelemektedir.

TRACI 2

Kimyasal ve diğer çevresel etkilerin değerlendirilmesi (TRACI: The Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts) için geliştirilmiş bir yazılımdır. ABD çevre koruma ajansı tarafından geliştirilmiştir.

3.5.4.3 Etki Değerlendirmesi

Etki değerlendirme metodundaki aşamaların SimaPro yazılımı içerisinde kullanımı izleyen paragraflarda açıklanmaktadır (PRe, 2008a):

SimaPro'da Nitelendirme: ISO standartları envanter sonuçları ve bitiş noktası arasındaki etki kategorisi göstergelerinin kullanımına izin vermektedir. Söz konusu göstergeler bazen 'orta nokta seviyesi' göstergeleri olarak anılmaktadır. Genelde, bitiş noktası seviyesine yakın göstergeler önemli belirsizliklere sahip olmalarına rağmen, envanter sonuçlarına yakın göstergeler minimum belirsizliğe sahiptir. Bununla birlikte bitiş noktası seviyesindeki göstergeler orta nokta belirteçlerine nazaran karar vericiler için daha kolay anlaşılır ve izah edilebilir durumdadırlar.

SimaPro'da Normalleştirme: Her bir etki değerlendirme metodu için kullanıcı farklı normalleştirme (ve ağırlıklandırma) değerlerini tanımlayabilir ve saklayabilir. Bu kullanıcıya farklı nitelendirme faktörleri dizisini korumaksızın, her metodun farklı sürümlerine sahip olma yetisi verir. Örneğin SimaPro, CML metodu için Felemenk, Avrupa ve dünya çapında normalleştirme değerleri sağlamaktadır. Kullanıcı aynı zamanda bu değerleri düzenleyebilir ya da yenilerini ekleyebilir. Etki değerlendirme metodundaki normalleştirme değerleri tamamlandıktan sonra, her çizelgede

nitelendirme ya da normalleştirme sonuçları kullanılabilir. Mali değerlendirmeye dayalı bazı etki değerlendirme metotlarının, normalleştirmeye ihtiyacı yoktur. SimaPro'da kullanıcı metodu tanımlarken bunu belirtebilir.

SimaPro'da Gruplandırma ve Sıralama: Kullanıcı, etki değerlendirme metotları tanımı dahilindeki çizelgelerde görülen etki kategorisi düzenini değiştirebilir. Bu sonuçları sıralamada kolay bir yoldur.

SimaPro'da Hasar Değerlendirmesi: SimaPro'da eğer bir metot hasar değerlendirmesi içeriyorsa kullanıcı bunu belirtebilir. Bu işlemin yapılması, kullanıcıya hasar kategorilerini ve hasar faktörlerini tanımlaması için fırsat verir. Bunlar projeye eklenmeden etki kategorileri olarak dönüştürülür. Eğer metodun hasar değerlendirme adımı varsa bu grafik olarak da gösterilebilir.

SimaPro'da Ağırlıklandırma: Kullanıcı her etki değerlendirme metodunda çok sayıda ağırlıklandırma dizisi tanımlayabilir. Eğer metot hasar değerlendirme adımı içeriyorsa, ağırlıklandırma faktörü hasar faktörüne uygulanır. İçermiyorsa etki kategorisine uygulanır. Aynı zamanda kullanıcı ağırlıklandırma seçeneğini metottan hariç tutabilir. SimaPro otomatik olarak üçgen meydana getirme özelliğine sahiptir. Bu özellik sadece kesin olarak, Eco-indicator 99 gibi, üç zarar kategorisinde kullanılan etki değerlendirme metotlarında kullanılabilir. Üçgen seçeneği normalleştirme adımı sırasında kullanılabilir. A ürününün bütün zarar kategorileri B ürününün zarar kategorilerinden yüksek ise farksızlık çizgisi üçgenin dışında yer alır, bunun anlamı sadece bir renge sahip olacaktır.

3.5.4.4 Yorumlama

Yaşam dönemi yorumu, aynı zamanda çalışmanın amaç ve kapsamına uygun olarak, bir YDD çalışmasının sonuçlarının, kolay anlaşılabilir, tam ve tutarlı bir şekilde ortaya konulmasını amaçlar (ISO 14040, 2006). Yaşam dönemi modellerinde bütün veriler az da olsa belirsizlik içermektedirler. Veri belirsizlikleri başa çıkılması kolay belirsizliklerdir. Bir aralık ya da standart sapma olarak ifade edilirler. Monte Carlo analizi gibi istatistiksel teknikler, bu belirsizlikleri ve YDD sonuçlarındaki belirsizlikleri giderebilir. Modelin uygunluğu belirsizliğinde ise tamamen gerçekçi bir model yapmak imkan olması, her YDD'de model oluşturmak için az ya da çok öznel kararlar alınması, alınan bu kararların YDD sonuçlarına önemli etkileri olması sonucunda bu belirsizlikleri ve etkileri çözmede Monte Carlo analizi uygulanmaktadır. Bazı durumlarda ise hassasiyet analizi kullanılmaktadır. ISO 14044 standardında hassasiyet analizi, verilerdeki ve metodolojik seçimlerdeki değişikliklerin yaşam dönemi etki değerlendirmesinin sonuçlarını nasıl etkilediğini

belirlemek için bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Modeldeki eksikliklerden kaynaklanan belirsizlikler kaçınılmaz veri boşluklarıdır. YDD belirsizlikleri ile başa çıkan benzer bir sistem yapmak zor olduğu için bu belirsizlikler giderilememektedir. Veri belirsizliğini gidermede en iyi çözüm ise Monte Carlo analizi ile hassasiyet analizini birleştirmektir. SimaPro'daki yorumlama bölümü, ISO standardında bahsedilen konuları kapsayan bir kontrol listesi olarak tasarlanmıştır (PRe, 2008a).

3.6 Bölüm Sonucu

Sürdürülebilir kalkınmanın zorunluluklarından biri olan çevresel sürdürülebilirliğin yapı alanında sağlanabilmesi için binaların ve yapı malzemelerinin yaşam dönemleri boyunca çevreyle olan ilişkisine dair nicel verilerin değerlendirilmesinin gerekliliği çevresel etkilere değinilerek irdelenmiştir. Çevresel etkilerin farklı açılardan analiz edilmesini ve birbirleri arasındaki ilişkinin incelenmesini sağlayan çevresel değerlendirme yöntemleri açıklanmıştır. Bu yöntemlerden tez çalışmasının amacına uygun olarak ilk ve tek standartlaştırılmış uluslar arası çevresel değerlendirme yöntemi olan Yaşam Dönemi Değerlendirmesi seçilmiştir. Yaşam dönemi değerlendirmesi yaşam dönemi süreçleri, aşamaları ve araçları ile birlikte detaylandırılmıştır.

Tezde, Bölüm 2'de karar verilen üç ısı yalıtım malzemesi ile Türkiye'de konut binalarında sıklıkla gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçleri analiz edilecektir. Üretim öncesi sürecine ait veriler ise üretim sürecine dahil edilecektir.

Bu bölümde yapılan incelemeler doğrultusunda Yaşam Dönemi Değerlendirmesi yönteminin uygulanması aşamasında içerisinde Ecoinvent, BUWAL 250, USA Input Output gibi veritabanlarını barındıran ve özellikleri detaylı olarak anlatılan SimaPro 7.1 programının kullanılmasına karar verilmiştir.

4. İSTANBUL'DA KONUT DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ISI YALITIMI UYGULAMALARININ ÜRETİM VE YAPIM SÜREÇLERİNİN ÇEVRESEL DEĞERLENDİRMESİ

İstanbul'daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi ve Katkı Sağlayacak İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi' başlıklı TÜBİTAK araştırma projesi (No: 108K418) (Çetiner ve Edis, 2011) kapsamında yürütülen bu tezde; Türkiye'deki konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçleri çevresel değerlendirmesi Yaşam Dönemi Değerlendirmesi (YDD) yöntemi çerçevesinde, bir YDD aracı olan SimaPro 7.1 benzetim programı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Çevresel değerlendirme için, konut dış duvar sistemlerinde ısı yalıtım uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemeleri, yardımcı malzemeler ve yapım yöntemi belirlenerek; XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri ile yardımcı malzemelerin (dübeller ve dübel pulları, yapıştırma harcı, donatı filesi, yüzey sıvaları, çimento esaslı son kat kaplaması), dış duvarın dış yüzeyine gelecek şekilde uygulanmaları sürecinde oluşan üretim ve yapım süreci çevresel etkileri değerlendirilmektedir.

Çalışma, YDD aşamaları olan hedef ve kapsam, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama başlıkları altında anlatılmaktadır.

4.1 Hedef ve Kapsam

Çalışmanın hedefi; Türkiye'de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının farklı ısı yalıtım malzemeleri ile gerçekleştirilmesi halinde oluşacak olan üretim ve yapım süreci çevresel etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda farklı ısı yalıtım uygulamalarının hangi düzeyde hangi çevresel etkilere neden olduğu belirlenebilecektir.

Çalışma kapsamında; XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri, dübeller ve dübel pulları, yapıştırma harcı, donatı filesi, yüzey sıvaları ve çimento esaslı son kat kaplama malzemeleri ile gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının, önerilen tip binanın dış duvarının dış yüzeyine uygulanması sonucunda oluşan üretim ve yapım

aşamaları çevresel etkileri analiz edilmektedir. Üretim aşaması; malzemelerin ham maddelerinin tedarik edilerek fabrikaya ulaştırılması, işlenmesi ve ürünün oluşturulup paketlenmesi süreçlerini kapsamaktadır. Yapım aşaması ise paketlenmiş ürünlerin uygulama alanına getirilerek, belirli araç ve gereçlerin yardımıyla duvara uygulanması süreçlerini içermektedir.

Çalışmada çevresel değerlendirme yöntemlerinden ilk ve tek standartlaştırılmış uluslararası çevresel değerlendirme yöntemi olan “Yaşam Dönemi Değerlendirmesi” ilkeleri benimsenmiştir. YDD yönteminin uygulanmasında, ürünlerin ve hizmetlerin çevresel performansını toplamayı, analiz etmeyi ve gözlemlemeyi sağlayan YDD aracı SimaPro 7.1 kullanılmıştır.

Üretim sürecine ait veriler, yerel verilerin yetersiz olması nedeniyle, SimaPro programında yer alan Ecoinvent veri tabanından sağlanmıştır. Yapım sürecine ait verilerin ise ancak bir kısmı yerel kaynaklardan elde edilebilmiştir. Elde edilemeyen kısımlar Ecoinvent veri tabanından sağlanmıştır. Ecoinvent; enerji, ulaşım, yapı malzemeleri, kimyasallar, kağıt, atık yönetimi ve tarım sektörlerinde kullanılan ürün ve servisler için oluşturulmuş 4000 veri grubunu içeren bir veritabanıdır (Ecoinvent CD-ROM, 2007).

Yaşam dönemi etki değerlendirmesi aşamasında Impact 2002+ v2.06 metodundan yararlanılmıştır. Impact 2002+ v2.06 metodu, IMPACT 2002, Eco-indicator 99, CML 2002 ve IPCC metotlarının birleşimidir. Metot; orta nokta/hasar yaklaşımını bütün yaşam dönemi envanter sonuçları ile ilişkilendirerek, gerçekleştirilebilir bir uygulama önermektedir (SimaPro, 2008b).

Çalışmada SimaPro 7.1 aracı ile elde edilen benzetim sonuçları ‘tek skor’ (single score) adı verilen grafiklerde YDD süreci orta nokta ve son nokta etki kategorileri ile ifade edilmektedir. Tek Skor grafikleri ‘Ecopoint’ ölçüsüz birimi ile bir süreçteki belirli çevresel etkilerin birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Metotta yer alan çevresel etki kategorileri; zehirlilik-insan sağlığı , solunum yolu etkileri, iyonlaşmış radyasyon, ozon tabakası tüketimi, foto-oksidan oluşumu, suda ve karada ekolojik zehirlilik, suda asitlenme, suda aşırı besleyici oluşumu, karada asitlenme/nutrifikasyon, arazi kullanımı, küresel ısınma, yenilenemeyen enerji ve mineral çıkarımı etki kategorilerinden oluşan orta nokta etki kategorileri ile insan sağlığı, ekosistem kalitesi, iklim değişikliği ve kaynaklar etki kategorilerinden oluşan son nokta (zarar) etki kategorileridir (Jolliet ve diğ., 2005).

Fonksiyonel birim; benzetimleri yapılan ısı yalıtım uygulamalarındaki ısı yalıtım malzemeleri ve yardımcı malzemeler esas alınarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda,

Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerine göre 1m² uygulama yapılması halinde 5 cm kalınlıktaki ısı yalıtım malzemelerinin ağırlıkları yoğunluklarına ve hacimlerine bağılı olarak hesaplanmış, yardımcı malzemelerin ise doğrudan ağırlıkları baz alınmış veya ısı yalıtım malzemelerine benzer şekilde ağırlıkları hesaplanmış ve kg cinsinden ifade edilmiştir. Sonuç olarak fonksiyonel birim, ısı yalıtım uygulamalarının kg başına düşen emisyon değerini hesaplamak için 'emisyon/kg' olarak kabul edilmiştir.

4.2 Envanter Analizi

Çalışmada envanter analizi; Türkiye'de konut dış duvar sistemlerinde kullanılan ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreci çevresel etki değerlendirmesini gerçekleştirmek amacıyla bir tip konut binası ve bu binaya uygulanacak XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreci verilerinin toplanmasını ve düzenlenmesini içermektedir. Verilerin elde edilmesi aşamasında 108K418 nolu TÜBİTAK araştırma projesi alan ve belediye çalışması analizlerinden, literatür araştırmalarından, Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerinden, piyasada yer alan firmaların ürün ve uygulama katalogları ile SimaPro benzetim programında yer alan Ecoinvent veritabanından yararlanılmaktadır. Envanter verileri; benzetimde kullanılacak tip konut binası verileri ve ısı yalıtım uygulamaları verileri başlıkları altında sınıflandırılıp izleyen alt başlıklarda detaylandırılmaktadır.

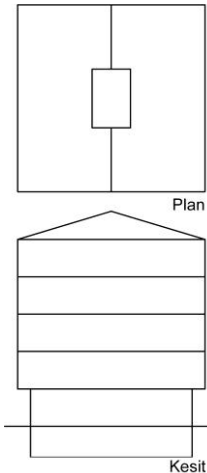
4.2.1 Benzetimde kullanılacak tip konut binası verileri

Benzetimde kullanılmak üzere önerilen tip konut binasının özellikleri, 108K418 nolu TÜBİTAK araştırma projesi verilerine göre belirlenmiştir. Proje kapsamında İstanbul'da konut stoğunun yoğun olduğu 6 pilot bölge belirlenmiş; konutlar çevre binalardan uzaklık, bina yaşı, plan biçimi, plan boyutları ve alanı, yönlenme, kat sayısı, kat yüksekliği, saydamlık oranı ile merdiven konumu ve tipi gibi kriterler göz önünde bulundurularak incelenip, elde edilen verilerle 4 tip bina seçeneği geliştirilmiştir (Çetiner ve Edis, 2011).

Tez çalışması kapsamında konut binalarının dış duvarlarına dıştan uygulanan XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamalarının karşılaştırılabilirliği için; proje çalışmasında üretilen tip binalardan sadece birinin kullanılmasının yeterli olacağı düşünülmüştür. Bu bağlamda bodrumlu ve zemin+5 katlı, kare plan biçimli, merdiven dairesi ortada olan bir bina için benzetim yapılmıştır.

Önerilen tip bina şematik çizimleri ve benzetim için gerekli diğer özellikler Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1 : Benzetimde kullanılan tip konut binası ve özellikleri.

	Plan Biçimi	Kare
	Kattaki Daire Sayısı	2 daire
	Plan Boyutları – genişlik x uzunluk (m)	14.5 x 14.5
	Kat Yüksekliği	2.90m
	Kat Sayısı	6 Kat (1 ısıtılmayan bodrum kat + 1 zemin kat + 4 normal kat)
	Toplam Dış Duvar Alanı (m²)	745
	Saydamlık Oranı	%20

4.2.2 Isı yalıtım uygulamaları verileri

XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri ile oluşturulan ısı yalıtım uygulamaları malzeme miktarları ve iş tanımları için Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat analizlerinden yararlanılmıştır. Isı yalıtımı levhalarının uygulanması işinin tanımı; 5 cm kalınlıktaki ısı yalıtım levhaları ile dıştan ısı yalıtımı ve ısı yalıtımı sıvası yapılmasıdır. Yapım şartları TS 825’e uygun olarak 5 cm kalınlıktaki ısı yalıtımı levhalarının, m²’ye 4 kg gidecek şekilde ısı yalıtımı yapıştırıcısı ile duvara yapıştırılarak; plastik çivili ısı yalıtımı dübeli ile yüzeye tespiti, levha üzerine sıva filesi konulduktan sonra m²’ye 4 kg gidecek şekilde ısı yalıtımı sıvası yapılmasıdır (Bayındırlık Bakanlığı, 2011).

Isı yalıtımı uygulamasından sonra bina kenarlarına alüminyum köşe profili uygulanıp, çimento esaslı son kat kaplama sıvası yapıldığı kabul edilmiştir. Son kat kaplama uygulaması işinin tanımı; 2 mm kalınlıkta beton, sıva ve benzeri yüzeylere çimento esaslı kendinden renkli kaplama yapılmasıdır. Bileşenleri su, su bazlı astar, ve çimento bazlı kendinden renkli sıva olarak belirtilmiştir (Bayındırlık Bakanlığı, 2011). Uygulamalarda kullanılan toz malzemelerin paketlenildiği kraft kağıdı ve ısı yalıtımı levhaları ile toz malzeme torbalarının paketlenildiği düşük yoğunluklu polietilen ambalaj kağıdı üretim süreçleri de hesaba katılmıştır.

Uygulamalarda kullanılan ve Bayındırlık Bakanlığı verilerinde yer almayan bazı yardımcı malzeme miktarları ise ısı yalıtım uygulamaları yapan firmaların kullandığı malzeme miktarlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Buna göre 1m² ısı yalıtımı uygulaması için 160 gr sıva filesi, 6 adet plastik çivili dübel, 1 mtül

alüminyum köşe profili gerekmektedir (Url-3, Url-14). Uygulamalarda kullanım miktarına bağlı olarak çevresel yükü çok az olan malzemeler (su basman profili, damlalıklı köşe profili) ihmal edilmiştir.

Sıralanan uygulama verileri doğrultusunda; benzetimde kullanılacak bina tipinin dış duvarlarının dıştan yalıtılması için gerekli ısı yalıtımı ve yardımcı malzeme miktarları Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2 : Benzetimi yapılan tip bina ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemeler ve miktarları.

Malzeme	1m ² Uygulama için Gereken Miktar	Birim	Toplam Uygulama için Gereken Miktarı	Açıklama
XPS	1,855	kg	1381,68	d: 35 kg/m ³
EPS	0,848	kg	631,62	d: 16 kg/m ³
TSY	7,880	kg	5865,62	d: 150 kg/m ³
Yapıştırma Harcı	4,000	kg	2979,36	-
Isı yalıtımı yüzey sıvası	5,000	kg	3724,20	-
Sıva Filesi	0,160	kg	2241,97	d: 160 kg/m ³
Plastik Çivili Dübel	0,048	kg	35,73	6 adet x 8 gr
Alüminyum köşe profili	0,027	kg	20,11	d: 2,7 gr/cm ³
Su bazlı astar	3,010	kg	2241,97	-
Çimento esaslı son kat kaplama sıvası	0,150	kg	111,73	-

Isı yalıtım uygulamaları envanter analizi; üretim süreci verileri ve yapım süreci verileri olmak üzere iki alt başlıkta detaylandırılmaktadır. Çalışma kapsamında da bahsedildiği gibi fonksiyonel birim kg olarak belirlendiği için izleyen paragraflarda tüm kullanılan malzemeler kg cinsinden ifade edilmektedir.

4.2.2.1 Üretim süreci verileri

Isı yalıtım uygulamaları üretim süreci verileri Bölüm 2.1’de üretim süreçleri ve genel özellikleri anlatılan XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri ile yapıştırma harcı, sıva filesi, plastik çivili dübel, alüminyum köşe profili, ısı yalıtımı yüzey sıvası, su bazlı astar, çimento esaslı son kat kaplama sıvası ve sıva torbalarının taşındığı kraft kağıdı ile ısı yalıtım levhalarının ve sıva torbaların paketlenildiği ambalaj kağıtları malzemelerinin üretim süreci girdilerini ve çıktılarını içermektedir.

Isı yalıtım uygulamaları üretim süreçlerine ait tüm girdi ve çıktı envanter verileri; Çizelge 4.2’te verilen malzeme miktarlarına bağlı olarak, kullanılan ham maddeler ile

havaya, suya ve toprağa salınan emisyonlar şeklinde EK A.1’de listelenmektedir. Bu listede yer alan girdi ve çıktılarından sürece en çok katkıda bulunan ham madde ve emisyonlar üç yalıtım malzemesi için Şekil 4.1’de verilmektedir.

GİRDİ			
Ham madde	XPS uyg.	EPS uyg.	TSY uyg.
doğal gaz, toprakta	15	16	9
kömür, kahverengi, toprakta	1	2	1
maden kömürü, toprakta	3	4	8
petrol, ham toprakta	18	18	9
uranyum, toprakta	4	5	4

ÇIKTI			
Emisyon	XPS uyg.	EPS uyg.	TSY uyg.
alüminyum	-	-	1
amonyak	-	-	2
etan, GFC-113	3	-	-
etan, HFC-134a	5	-	-
hidrokarbon, aromatik	2	2	1
karbondioksit, fosil	26	30	29
metan, fosil	1	1	1
nitrojen oksit	7	9	8
partiküller, <2.5 um	4	5	18
sülfür dioksit	6	6	6

diğer süreçler	4	4	3
----------------	---	---	---

Şekil 4.1 : Isı yalıtım uygulamaları üretim sürecine en fazla katkı sağlayan girdi ve çıktılar.

Bu grafiğe göre, seçilen bina tipine önerilen ısı yalıtım uygulamaları için gerekli başlıca ham maddeler ham petrol ve doğal gazdır. Bu ham maddelerin toplam girdiler içindeki oranı XPS, EPS ve TSY için sırasıyla %33, %34 ve %18’dir. Havaya, suya ve toprağa salınan emisyon oranlarına bakıldığında ise; en fazla salımı karbon dioksitin, uçucu partiküllerin, nitrojen oksidin ve sülfür dioksitin oluşturduğu görülmektedir. Bunların toplam çıktılar içindeki oranı ise XPS, EPS ve TSY için sırasıyla %43, %50 ve %58’dir. Elde edilen değerler hem girdiler hem de çıktılar açısından değerlendirildiğinde; TSY uygulamasının ham madde kullanımı, XPS uygulamasının zararlı salımlar yönünden diğer uygulamalara oranla daha çevreye olan etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

4.2.2.2 Yapım süreci verileri

Isı yalıtım uygulamaları yapım süreci verileri; uygulamada kullanılan malzemelerin fabrikadan yapım alanına taşınmasını ve uygulama sırasında kullanılan elektrikli aletlerin harcadığı enerji verilerini içermektedir.

Malzemelerin fabrikadan yapım alanına taşınmasında, malzemelerin toplam ağırlığına uygun olarak 7,5 – 16 ton kapasiteli bir araç kullanıldığı ve fabrikanın yapım alanına 100 km uzaklıkta olduğu öngörülmüştür. Aracın yapım alanına gidiş-dönüşü sırasında aldığı yol, toplamda 200 km olarak hesaba katılmıştır.

Isı yalıtım malzemelerinin ve yardımcı malzemelerin uygulanması sırasında harcanan enerjiyi belirlemek üzere, bir inşaat alanında ısı yalıtım uygulaması yapım aşaması gözlemlenmiş ve belirlenen değerler benzetim için envanter verisi olarak kullanılmıştır. İzlenen uygulamada, levhaların dübelle duvara tespiti için matkap kullanılmıştır. Matkabin 1 m² tuğla duvarda delik açması için 4 dakika çalıştırıldığı belirlenmiştir. Kullanılan matkabin 1 saatte harcadığı enerji 800 W-saat'tir. Yapıştırma harcı, çimento esaslı ısı yalıtım sıvası, su bazlı astar ve çimento esaslı son kat kaplama sıvası malzemelerinin hazırlanması için bir karıştırıcı kullanılmıştır. Yapılan gözlem ile, harcın suyla karıştırılarak hazırlanması için karıştırıcının 0.5 dakika çalıştırıldığı belirlenmiştir. Kullanılan karıştırıcının 1 saatte harcadığı enerji miktarı 350 W-saat'tir.

Isı yalıtım uygulamaları yapım süreçlerine ait girdi ve çıktı envanter verileri; Çizelge 4.2'te verilen malzeme miktarlarına bağlı olarak, kullanılan ham maddeler ile havaya, suya ve toprağa salınan emisyonlar şeklinde EK A.2'de listelenmektedir. Bu listede yer alan girdi ve çıktılarından sürece en çok katkıda bulunan ham madde ve emisyonlar üç yalıtım malzemesi için Şekil 4.2'de görülmektedir. Benzetimi yapılan bina tipi için önerilen ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan başlıca ham madde ham petroldür ve toplam girdiler içindeki oranı her üç malzeme için de yaklaşık %25'dir. Yapım sırasındaki enerji kullanımından kaynaklanan havaya, suya ve toprağa salınan emisyon oranlarına bakıldığında ise; en fazla salınımı sırasıyla karbon dioksitin, nitrojen oksitin ve uçucu partiküllerin oluşturduğu görülmektedir. Bunların toplam çıktıları içindeki oranları ise, aynı tip uygulama seçildiğinden üç yalıtım malzemesi için de %60'dır.

GİRDİ			
Ham madde	XPS uyg.	EPS uyg.	TSY uyg.
doğal gaz, toprakta	2	2	2
kömür, kahverengi, toprakta	1	1	-
maden kömürü, toprakta	1	1	1
petrol, ham toprakta	24	24	25
uranyum, toprakta	2	2	2

ÇIKTI			
Emisyon	XPS uyg.	EPS uyg.	TSY uyg.
alüminyum	1	1	1
çinko	3	3	3
karbondioksit, fosil	28	28	28
nitrojen oksit	26	26	27
partiküller, <2.5 um	6	6	6
sülfür dioksit	2	2	2

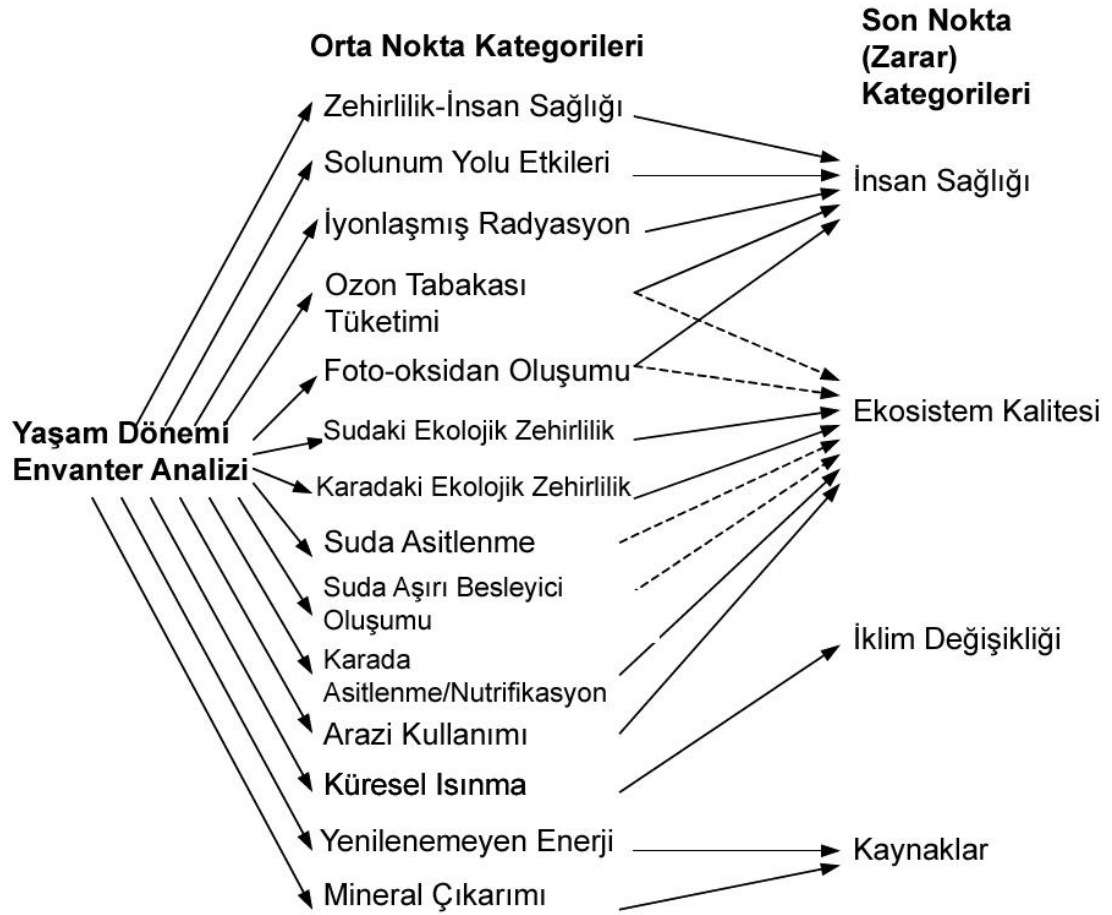
diğer süreçler	3	3	3
----------------	---	---	---

Şekil 4.2 : Isı yalıtım uygulamaları yapım sürecine en fazla katkı sağlayan girdi ve çıktılar.

4.3 Etki Değerlendirmesi

Isı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri verilerinin toplanıp düzenlenmesinden sonra, çevresel etkilerinin büyüklüğünün ve öneminin değerlendirildiği aşamadır. Bu aşamada sonuçların daha kolay anlaşılabilmesi için çevresel etkiler; son nokta etki kategorileri (zarar kategorileri) ve son nokta etki kategorileri ile envanter sonuçları arasında oluşturulan orta nokta etki kategorileri ile ifade edilebilir (ISO 14044, 2006).

Çalışmada ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri etki değerlendirme sonuçları SimaPro benzetim programında yer alan Impact 2002+ v 2.06 etki değerlendirme metodu ile elde edilmiştir. Bu sonuçlar toplamda 14 orta nokta etki kategorisi veya 4 son nokta etki kategorisi ile ifade edilmiştir. Impact 2002+ metodunda yer alan tüm çevresel etki kategorileri Şekil 4.3'te yer almaktadır. Zehirlilik-İnsan Sağlığı etki kategorisi kanser ve kanser dışı; Solunum Yolu Etkileri ise inorganik ve organik çevresel etki kategorileri olarak ayrılmaktadır (Jolliet ve diğ, 2005).



Şekil 4.3 : Impact 2002+ metodu çevresel etki kategorileri ve ilişkileri (Jolliet ve diğ., 2005).

Impact 2002+ metodunda herhangi bir maddenin nitelendirme faktörü; orta nokta nitelendirme potansiyeli ile referans maddenin nitelendirme faktörünün çarpımına eşittir. Kısaca orta nokta etki kategorilerinin sonuçlarını elde etmek için:

$$\text{'sonuç'} = \text{emisyon miktarı} \times \text{nitelendirme faktörü}$$

formülünden yararlanılmaktadır. Çizelge 4.3'te bazı referans maddelerin nitelendirme faktörleri verilmektedir (Jolliet ve diğ., 2005). Çizelgede görülen nitelendirme faktörlerini tanımlamak için kullanılan 'E' simgesi 'on üzeri' anlamı taşımaktadır. Örneğin, 1.45E-06 zarar faktörü sonucu 1.45 çarpı on üzeri eksi 6'ya eşittir. Zarar faktörlerinin birimlerini oluşturan denklemlerde yer alan DALY; PDF kısaltmalarının açılımları ise sırasıyla; işlev kaybına uyarlanmış yaşam yılı (Disability Adjusted Life Years) ve potansiyel olarak kaybolan kısımdır (Potentially Disappeared Fraction).

Çizelge 4.3 : Referans maddelerin nitelendirme faktörleri (Joliet ve diğ., 2005).

Orta Nokta Kategorileri	Zarar Faktörü	Birim
Kanser	1.45E-06	DALY/kg kloroetilen
Kanserdışı	1.45E-06	DALY/kg kloroetilen
Solunum yolu etkileri/İnorganik	7.00E-04	DALY/kg PM2.5
Ozon tabakası tüketimi	1.05E-03	DALY/kg CFC-11
İyonlaşmış radyasyon	2.10E-10	DALY-Bq karbon-14
Solunum yolu etkileri/Organik	2.13E-06	DALY/kg etilen
Sudaki ekolojik zehirlilik	8.86E-05	PDF·m ² ·yıl/kg·trietilen glikol
Karadaki ekolojik zehirlilik	8.86E-05	PDF·m ² ·yıl/kg·trietilen glikol
Karada Asitlenme/Nutrifikasyon	1.04	PDF·m ² ·yıl/kg SO ₂
Arazi kullanımı	1.09	PDF·m ² ·yıl/m ² ·tarıma elverişli arazi.yıl
Küresel ısınma	1	kg CO ₂ / kg CO ₂
Mineral çıkarımı	5.10E-02	MJ/kg demir
Yenilenemeyen enerji	45.6	MJ/kg ham petrol

Örneğin havaya 0,5 kg CFC-11 ve 2,000 kg CO₂ gazı veren bir A süreci için sonuçlar orta nokta kategorileri ile analiz edilirse; Impact 2002+ metodunda havaya salınan CFC-11 gazının etkileri 5 farklı orta nokta kategorisi ile ifade edilir. Bu kategoriler:

- Zehirlilik-İnsan Sağlığı için (Kanser dışı etkiler) $3,20 \times 10^{-4} \text{ kg}_{\text{esd kloroetilen}} / \text{kg}_{\text{CFC-11}} \text{ havaya}$
- Ozon tabakası incilmesi için $1 \text{ kg}_{\text{esd CFC-11}} / \text{kg}_{\text{CFC-11}} \text{ havaya}$
- Sudaki Ekozehirlilik için $3.39 \text{ kg}_{\text{esd trietilen glikol suya}} / \text{kg}_{\text{CFC-11}} \text{ havaya}$
- Karadaki Ekozehirlilik için $2.61 \text{ kg}_{\text{esd trietilen glikol toprağa}} / \text{kg}_{\text{CFC-11}} \text{ havaya}$
- Küresel Isınma için $1,600 \text{ kg}_{\text{esd CO}_2} / \text{kg}_{\text{CFC-11}} \text{ havaya}$

olarak sıralanabilir (Humbert ve Margni, 2007).

Metot havaya verilen CO₂ gazının etkisini sadece küresel ısınma açısından ele almaktadır. Bu bağlamda CO₂ etkisi: $1 \text{ kg}_{\text{esd CO}_2} / \text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ havaya}$ orta nokta nitelendirme faktörü ile ifade edilmektedir (Humbert ve diğ., 2007).

Bahsedilen nitelendirme faktörleri emisyon miktarları ile çarpılarak orta nokta etki kategorisi sonuçları elde edilmektedir. A süreci için orta nokta etki kategorisi sonuçlarının 0.5 kg_{CFC-11} yoluyla neden olduğu etkiler;

- Zehirlilik-İnsan Sağlığı için $1.6 \times 10^{-4} \text{ kg}_{\text{esd kloroetilen}}$
- Ozon tabakası incilmesi için $0.5 \text{ kg}_{\text{esd CFC-11}}$

- Sudaki Ekozehirlilik için 1.7 kg_{esd} trietilen glikol suya
- Karadaki Ekozehirlilik için 1.3 kg_{esd} trietilen glikol toprağa
- Küresel Isınma için 800 kg_{esd} CO₂

olarak sıralanabilir. A süreci 2000 kg_{CO2} yoluyla da 1 kg_{esd} CO₂ küresel ısınma etkisine neden olmaktadır (Humbert ve diğ., 2007).

Impact 2002+ metodunda zarar kategorileri, Avrupa'da emisyonların neden olduğu bir yıllık zarar etkisi toplamının Avrupa nüfusu toplamına bölünmesiyle oluşturulmaktadır (Humbert ve diğ., 2007). Impact 2002+ metodunda Batı Avrupa için verilen zarar kategorileri normalleştirme katsayıları Çizelge 4.4'te gösterilmektedir (Joliet ve diğ., 2005).

Çizelge 4.4 : Batı Avrupa için zarar kategorileri normalleştirme katsayıları (Joliet ve diğ., 2005).

Zarar Kategorisi	Normalleştirme katsayıları	Birim
İnsan Sağlığı	0,0077	DALY / toplam kişi sayısı / yıl
Ekosistem Kalitesi	4650	PDF. m ² . Y / toplam kişi sayısı / yıl
İklim Değişikliği	9950	kg CO ₂ / toplam kişi sayısı / yıl
Kaynaklar	152000	MJ / toplam kişi sayısı / yıl

Tek bir toplam etki değerine ihtiyaç duyulduğunda, tanımlı bir toplumsal ağırlıklandırma değeri yok ise, kullanıcı tarafından belirlenen ağırlık çarpanları veya yöntemin varsayılan ağırlık çarpanı olan '1' değeri kullanılabilir (Humbert ve diğ., 2007).

SimaPro benzetim programında Impact 2002+ metodu ile yürütülen çalışmada ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçlerine ilişkin çevresel etkiler hesaplanıp 'tek skor' (single score) grafikleri olarak hem orta nokta hem de son nokta etki kategorileri ile ifade edilmiştir. Benzetim sonuçlarının ifade edildiği grafiklerde; seçenekler, ısı yalıtım malzemesi ve uygulama süreci göz önünde bulundurularak kodlanmıştır. Örneğin XPS malzemesi kullanılan yalıtım uygulamasının üretim süreci grafiği XPS-ÜS, yapım süreci grafiği XPS-YS, üretim ve yapım süreçleri toplam etki grafiği XPS-T olarak kodlanmaktadır.

4.4 Yorumlama

Yorumlama aşamasında, SimaPro benzetim programı ile hesaplanan çevresel etki değerleri EK A.3'te yer alan orta nokta ve son nokta etki kategorileri ile ifade edilmiş

grafikler yardımı ile karşılaştırılmaktadır. Grafiklerdeki değerler 'Ecopoint' ölçüsüz birimi ile verilmişlerdir. Sonuçlar için; uygulamalarda kullanılan malzemelere, uygulamaların üretim süreçlerine, uygulamaların yapım süreçlerine ve üretim ile yapım süreçleri toplamına göre yapılan değerlendirmeler izleyen paragraflarda açıklanmaktadır.

4.4.1 Isı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemelere göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Kullanılan malzemelere göre bir değerlendirme yapmak üzere; XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan ısı yalıtım levhaları, yardımcı malzemeler, ambalaj ve paketleme malzemeleri verileri dikkate alınmaktadır. XPS, EPS ve TSY uygulamalarında ortaya çıkan çevresel etkiler orta nokta etki kategorilerine göre Şekil A.1, Şekil A.2 ve Şekil A.3'te verilmiştir (Bakınız EK A.3). Bu değerler; izleyen alt bölümlerde ısı yalıtım malzemelerine göre yapılan bir grupta içinde değerlendirilmiştir.

4.4.1.1 XPS uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi

XPS uygulaması çevresel etkilerinin görüldüğü Şekil A.1; malzemelerin toplam çevresel etkileri, malzemelerin çevresel etki dağılımları ve en fazla etkiye sahip orta nokta kategorilerine katkı sağlayan girdiler olarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre:

- *Malzemelerin toplam çevresel etkileri incelendiğinde;* ısı yalıtım levhalarının yaklaşık %53, yapıştırma harcının %30 ve diğer malzemelerin yaklaşık %17 oranında etkiye neden oldukları görülmektedir. Diğer malzemeler neden oldukları toplam çevresel etkilere göre büyükten küçüğe doğru siva filesi (%7.4), ısı yalıtım sıvası (%3.9), su bazlı astar (%2.6), alüminyum köşe profili (%2.1) ve düşük yoğunluklu polietilen ambalaj kağıdı (%0.8) olarak sıralanmaktadır. Ayrıca diğer malzemelerin toplamda neden olduğu çevresel etki düzeyi %0.3 oranında olup; kraft siva torbası (%0.17), son kat kaplama (%0.14) ve plastik çivili dübel (%0.01) olarak sıralanmaktadır. Malzemelerin neden olduğu toplam çevresel etki yüzdeleri Çizelge 4.5'te listelenmiştir.
- *Malzemelerin çevresel etki dağılımları incelendiğinde;* en fazla katkı sağladıkları orta nokta çevresel etki kategorileri aynı olup, büyüklüklerine göre toplamda %41,8 oranında yenilenemeyen enerji, %35,8 oranında küresel ısınma ve %17 oranında solunum yolu etkileri/inorganik olarak sıralanmaktadır. XPS ısı yalıtım levhalarının ve yapıştırma harcının, zehirlilik-

insan sağlığı (kanser) kategorisine ilişkin çevresel etkisi, diğer yalıtım malzemelerinin çevresel etkilerinden daha fazladır ve etki büyüklüğüne göre toplamda %2,4 oranıyla dördüncü sırada yer almaktadır. Malzemelerin neden olduğu diğer çevresel etki kategorileri sırasıyla karadaki ekolojik zehirlilik, ozon tabakası tüketimi, zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı), karada asitifikasyon/nutrifikasyon, iyonlaşmış radyasyon, arazi kullanımı, solunum yolu etkileri/organik, sudaki ekolojik zehirlilik ve mineral çıkarımıdır. Malzemelerin evresel etki dağılım yüzdeleri izelge 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.5 : XPS uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.

Malzemeler	Toplam evresel etki
XPS levha	%53
Yapıştırma harcı	%30
Sıva filesi	%7.4
Isı yalıtım sıvası	%3.9
Su bazlı astar	%2.6
Köşe profili	%2.1
Ambalaj kağıdı	%0.8
Sıva torbası	%0.17
Son kat kaplama	%0.14
Dübel	%0.01

Çizelge 4.6 : XPS uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	dağılım
Yenilemeyen enerji	%41,8
Küresel ısınma	%35.8
Solunum yolu etkileri/inorganik	%17
Zehirlilik-insan sağlığı (kanser)	%2.4
Karadaki ekolojik zehirlilik	%1.32
Ozon tabakası tüketimi	%1
Zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı)	%0.96
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	%0.3
İyonlaşmış radyasyon	%0.14
Arazi kullanımı	%0.14
Solunum yolu etkileri/organik	%0.05
Sudaki ekolojik zehirlilik	%0.04
Mineral ıkarımı	%0.03

- *En fazla katkı sağlayan girdiler incelendiğinde;* yenilenemeyen enerji orta nokta etki kategorisine en büyük katkı sağlayan girdiler; toplamda %48.5 oranında polistirenin üretim sürecinde ve %9.2 oranında yapıştırma harcı üretim sürecinde yer alan ham petrol ve doğal gazdır. Küresel ısınma etki kategorisine büyük ölçekte neden olan girdiler; %27.3 oranında polistirenin üretim süreci ve %14.5 oranında polistirenin şişirilmesinde kullanılan şişirici gazlardır. Bu gazlar toplamda %74 oranında karbondioksit ve %14 oranında etan gazlarından oluşmaktadır. Solunum yolu etkileri/inorganik kategorisine en fazla katkı sağlayan girdiler ise, polistiren, yapıştırma harcı ve sıva filesi üretim süreçlerinin büyük oranda neden olduğu, toplamda %43 oranında nitrojen dioksit, %33 oranında sülfür dioksit ve %25 oranında havaya salınan partiküllerdir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 : XPS uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.

Çevresel etki kategorisi	yüzde	girdi
Yenilemeyen enerji	%57.7	Ham petrol ve doğal gaz
Küresel ısınma	%27.3	Polistirenin üretim süreci
	%14.5	Şişirici gazlar
Solunum yolu etkileri/inorganik	%43	Nitrojen dioksit
	%33	Sülfür dioksit
	%25	Havaya salınan partiküller

4.4.1.2 EPS uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi

EPS uygulaması çevresel etkilerinin görüldüğü Şekil A.2'ye göre malzemelerin toplam çevresel etkileri, malzemelerin çevresel etki dağılımları ve en fazla etkiye sahip orta nokta kategorilerine katkı sağlayan girdiler olarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre:

- *Malzemelerin toplam çevresel etkileri incelendiğinde;* ısı yalıtım levhalarının yaklaşık %32, yapıştırma harcının %43 ve diğer malzemelerin yaklaşık %25 oranında bir çevresel etkiye neden oldukları görülmektedir. Diğer malzemeler neden oldukları çevresel etkilere göre sıva filesi (%10.6), ısı yalıtım sıvası (%5.6), su bazlı astar (%3.7), alüminyum köşe profili (%3) ve düşük çözünürlüklü polietilen ambalaj kağıdı (%1.1) olarak sıralanmaktadır. Ayrıca diğer malzemeler içinde yer alan son kat kaplama, plastik çivili dübel ve kraft sıva torbası malzemelerinin toplamda neden olduğu çevresel etki düzeyi %0.5 oranında olup çok düşüktür. Malzemelerin neden olduğu toplam çevresel etki yüzdeleri Çizelge 4.8'de listelenmiştir.

Çizelge 4.8 : EPS uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.

Malzemeler	Toplam çevresel etki
EPS levha	%32
Yapıştırma harcı	%43
Sıva filesi	%10.6
Isı yalıtım sıvası	%5.6
Su bazlı astar	%3.7
Köşe profili	%3
Ambalaj kağıdı	%1.1
Sıva torbası	%0.25
Son kat kaplama	%0.2
Dübel	%0.01

- Malzemelerin çevresel etki dağılımları incelendiğinde;* toplamda en yüksek değerde olan orta nokta çevresel etki kategorileri büyüklüklerine göre %44.1 oranında yenilenemeyen enerji, %31.2 oranında küresel ısınma ve %18.7 oranında solunum yolu etkileri/inorganik ve %2.4 oranında zehirlilik-insan sağlığı (kanseri) olarak sıralanmaktadır. Malzemelerin neden olduğu diğer çevresel etki kategorileri sırasıyla karadaki ekolojik zehirlilik, zehirlilik-insan sağlığı (kansersiz), karada asitifikasyon/nutrifikasyon, arazi kullanımı, iyonlaşmış radyasyon, solunum yolu etkileri/organik, sudaki ekolojik zehirlilik, mineral çıkarımı ve son olarak ozon tabakası tüketimidir. Malzemelerin çevresel etki dağılım yüzdeleri Çizelge 4.9’da görülmektedir.

Çizelge 4.9 : EPS uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	dağılım
Yenilemeyen enerji	%44.1
Küresel ısınma	%31.2
Solunum yolu etkileri/inorganik	%18.7
Zehirlilik-insan sağlığı (kanseri)	%2.4
Karadaki ekolojik zehirlilik	%1.6
Zehirlilik-insan sağlığı (kansersiz)	%1.1
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	%0.3
İyonlaşmış radyasyon	%0.2
Arazi kullanımı	%0.2
Solunum yolu etkileri/organik	%0.1
Sudaki ekolojik zehirlilik	%0.05
Mineral çıkarımı	%0.03
Ozon tabakası tüketimi	%0.01

- *En fazla katkı sağlayan girdiler incelendiğinde;* yenilenemeyen enerji orta nokta etki kategorisine en büyük katkı sağlayan malzemeler; %42 oranında yapıştırma harcı, %39 oranında EPS ısı yalıtım levhası ve %10 oranında sıva filesidir. Bu etkiye neden olan girdiler ise bu malzemelerin üretim süreçlerinde yer alan toplamda %42 oranında ham petrol ve %36 oranında doğal gazdır. Küresel ısınma etki kategorisine büyük ölçekte neden olan girdi ise toplamda %95 oranında karbondioksit gazıdır. Bu oranın %27'si EPS ısı yalıtım levhası, %39'u yapıştırma harcı, %11'i sıva filesi ve %9'u ısı yalıtımı yüzey sıvası üretim süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Solunum yolu etkileri/inorganik kategorisine en fazla katkı sağlayan girdiler ise, %44 oranında nitrojen dioksit gazı, %30 oranında sülfür dioksit gazı ve %26 oranında havaya salınan partiküllerdir. Bu etkiler, büyük oranda EPS ısı yalıtımı levhası, yapıştırma harcı, ısı yalıtımı yüzey sıvası ve sıva filesi malzemeleri üretim süreçlerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 : EPS uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.

Çevresel etki kategorisi	yüzde	girdi
Yenilemeyen enerji	%42	Ham petrol
	%36	Doğal gaz
Küresel ısınma	%95	Karbondioksit gazı
Solunum yolu etkileri/inorganik	%44	Nitrojen dioksit
	%30	Sülfür dioksit
	%26	Havaya salınan partiküller

4.4.1.3 Taş yünü uygulaması çevresel etkilerinin değerlendirilmesi

Taş yünü (TSY) uygulaması çevresel etkilerinin görüldüğü Şekil A.3'e göre malzemelerin toplam çevresel etkileri, malzemelerin çevresel etki dağılımları ve en fazla etkiye sahip orta nokta kategorilerine katkı sağlayan girdiler olarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre:

- *Malzemelerin toplam çevresel etkileri incelendiğinde;* ısı yalıtım levhalarının yaklaşık %63, yapıştırma harcının %24 ve diğer malzemelerin yaklaşık %13 oranında çevresel etkiye neden oldukları görülmektedir. Diğer malzemeler neden oldukları çevresel etkilere göre; sıva filesi (%5.8), ısı yalıtım sıvası (%3), su bazlı astar (%2), alüminyum köşe profili (%1.7) ve düşük çözünürlüklü polietilen ambalaj kağıdı (%0.6) olarak sıralanmaktadır. Ayrıca diğer malzemeler içinde yer alan son kat kaplama, plastik çivili dübel ve kraft sıva torbası malzemelerinin toplamda neden olduğu çevresel etki düzeyi

%0.2 oranında olup diğer malzemelere göre çok düşüktür. Malzemelerin neden olduğu toplam çevresel etki yüzdeleri Çizelge 4.11'de listelenmiştir.

Çizelge 4.11 : TSY uygulaması - malzemeleri toplam çevresel etki yüzdeleri.

Malzemeler	Toplam çevresel etki
TSY levha	%63
Yapıştırma harcı	%24
Sıva filesi	%5.8
Isı yalıtım sıvası	%3
Su bazlı astar	%2
Köşe profili	%1.7
Ambalaj kağıdı	%0.6
Sıva torbası	%0.13
Son kat kaplama	%0.11
Dübel	%0.004

- *Malzemelerin çevresel etki dağılımları incelendiğinde;* tüm yalıtım malzemeleri için toplamda en yüksek değerde olan orta nokta kategorileri büyüklüklerine göre %34 oranında solunum yolu etkileri/inorganik, %32 oranında yenilenemeyen enerji ve %30 oranında küresel ısınma etki kategorileridir. Malzemelerin neden olduğu diğer çevresel etki kategorileri sırasıyla karadaki ekolojik zehirlilik, zehirlilik-insan sağlığı (kanser), zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı), karada asitifikasyon/nutrifikasyon, arazi kullanımı, iyonlaşmış radyasyon, mineral çıkarımı, sudaki ekolojik zehirlilik, solunum yolu etkileri/organik ve son olarak ozon tabakası tüketimidir. Malzemelerin çevresel etki dağılım yüzdeleri Çizelge 4.12'de görülmektedir.
- *En fazla katkı sağlayan girdiler incelendiğinde;* solunum yolu etkileri/inorganik kategorisine katkı sağlayan girdiler toplamda %54 oranında havaya salınan partiküller, %23 oranında nitrojen dioksit gazı, %18 oranında sülfür dioksit gazı ve %5 oranında havaya salınan amonyaktır. Bu girdiler büyük çoğunlukla TSY ısı yalıtım malzemesi üretim sürecinden ve bazalt ile taş kömürü ham maddelerinin çıkarımından kaynaklanmaktadır. Yenilenemeyen enerji etki kategorisine en büyük katkı sağlayan malzemeler %53 oranında TSY, %32 oranında yapıştırma harcı ve %8 oranında sıva filesidir. Bu etkiye neden olan girdiler ise bu malzemelerin üretim süreçlerinde yer alan toplamda %29 oranında doğal gaz, %28 oranında ham petrol ve %27 oranında taş kömürüdür. Küresel ısınma kategorisine büyük ölçekte neden olan girdi ise toplamda %97 oranında karbondioksit gazıdır.

Bu oranın %58'i TSY ısı yalıtım levhası, %22'si yapıştırma harcı, %7'si sıva filesi ve %5'i ısı yalıtım sıvası üretim süreçlerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12 : TSY uygulaması - malzemelerin çevresel etki dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	dağılım
Solunum yolu etkileri/inorganik	%34
Yenilemeyen enerji	%32
Küresel ısınma	%30
Karadaki ekolojik zehirlilik	%2
Zehirlilik-insan sağlığı (kanser)	%1.2
Zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı)	%1
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	%0.5
Arazi kullanımı	%0.2
İyonlaşmış radyasyon	%0.2
Mineral çıkarımı	%0.1
Sudaki ekolojik zehirlilik	%0.05
Solunum yolu etkileri/organik	%0.03
Ozon tabakası tüketimi	%0.004

Çizelge 4.13 : TSY uygulaması – en fazla katkı sağlayan girdiler.

Çevresel etki kategorisi	yüzde	girdi
Yenilemeyen enerji	%28	Ham petrol
	%29	Doğal gaz
	%27	Taş kömürü
Küresel ısınma	%97	Karbondioksit gazı
Solunum yolu etkileri/inorganik	%23	Nitrojen dioksit
	%18	Sülfür dioksit
	%54	Havaya salınan partiküller
	%5	Amonyak

4.4.2 Isı yalıtım uygulamaları üretim süreçlerine göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

XPS (XPS-ÜS), EPS (EPS-ÜS) ve TSY (TSY-ÜS) ısı yalıtım uygulamalarının üretim süreci çevresel etkileri, 'orta nokta' (Şekil A.4) ve 'son nokta' (Şekil A.5) etki kategorileri ile ilişkili olarak incelenmektedir.

Orta nokta etki kategorilerine göre incelendiğinde (Çizelge 4.14):

- *Toplamda* en fazla çevresel etkiye sahip olan üretim süreci TSY uygulamasına aittir. Toplamda en az etkiye sahip olan üretim süreci ise, TSY uygulamasının %54'ü kadar çevresel etkiye sahip olan EPS uygulamasının üretim sürecidir. XPS uygulaması üretim süreci ise TSY uygulamasının %78'i kadar çevresel etkiye sahiptir.

Tüm yalıtım uygulamalarının en fazla neden olduğu orta nokta çevresel etki kategorileri yenilenemeyen enerji, küresel ısınma ve solunum yolu/inorganik etki kategorileridir. XPS ve EPS uygulamaları üretim süreçlerinde yenilenemeyen enerji etki kategorisi ilk sırada iken TSY uygulamasında solunum yolu etkileri/inorganik etki kategorisi ilk sırada yer almaktadır. XPS ve EPS yalıtım uygulamalarının; karada ekolojik zehirlilik, karada asitifikasyon/nutrifikasyon, sudaki ekolojik zehirlilik ve mineral çıkarımı etki kategorilerine olan üretim süreci etkileri birbirlerine çok yakındır. TSY uygulamasının üretim süreci etkisi, XPS ve EPS uygulamalarından bu çevresel etki kategorileri için 2 kat ve mineral çıkarımı etki kategorisi için 10 kat daha fazladır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 : Üretim süreçleri orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
Yenilemeyen enerji	1.55	1.14	1.48
Küresel ısınma	1.29	0.80	1.42
Solunum yolu etkileri/inorganik	0.63	0.48	1.59
Zehirlilik-insan sağlığı (kanser)	0.09	0.06	0.06
Karadaki ekolojik zehirlilik	0.05	0.04	0.09
Ozon tabakası tüketimi	0.04	0.0002	0.0002
Zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı)	0.04	0.03	0.05
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	0.01	0.01	0.02
İyonlaşmış radyasyon	0.01	0.005	0.01
Arazi kullanımı	0.01	0.005	0.01
Solunum yolu etkileri/organik	0.002	0.002	0.001
Sudaki ekolojik zehirlilik	0.001	0.001	0.002
Mineral çıkarımı	0.001	0.001	0.01
Toplam	3.70	2.58	4.74

- *Yenilenemeyen enerji* etki kategorisinde tüm uygulamalar için benzer oranlarda en fazla çevresel etki yaratan girdiler ham petrol ve doğal gazdır.

- *Solunum yolu etkileri/inorganik* etki kategorisinde ise süreçte yer alan amonyak, partiküller ve nitrojen dioksit; XPS ve EPS uygulamaları için benzer düzeylerde olup, TSY uygulamasındaki miktarlarının sırasıyla %2.5, %16,5 ve %65'i kadardır.
- *Küresel ısınma* etki kategorisinde ise en yüksek çevresel etki TSY yalıtım malzemesi üretim sürecine bağlı olarak TSY uygulamasıdır. En düşük çevresel etki ise EPS ısı yalıtım malzemesi üretim sürecine bağlı olarak EPS uygulamasıdır. TSY ısı yalıtım malzemesi üretim sürecinde 4.73E3 kg CO₂ eşdeğerinde küresel ısınma etkisi oluşurken, XPS malzemesi üretiminde 3.48E3 kg CO₂ eşd , EPS malzemesi üretiminde ise 1.82E3 kg CO₂ eşd küresel ısınma etkisi, oluşmaktadır.
- *Karada ekolojik zehirlilik* etki kategorisine neden olan emisyonlardan alüminyum ve çinko değerleri TSY uygulamasında XPS ve EPS uygulamalarına oranla yaklaşık olarak 2.3 kat daha fazladır. Mineral çıkarımı etki kategorisinde TSY uygulamasının fazla oranda etkiye sahip olmasının nedeni ise üretim süreci girdisi olan alüminyumdur.
- *Zehirlilik-insan sağlığı/kanser* ve ozon tabakası tüketimi etki kategorilerine en fazla etki sağlayan XPS uygulamaları üretim sürecidir. EPS ve TSY uygulamalarının üretim süreçlerinin bu kategorilere etkisi ise aynı değerdedir ve XPS uygulamasının neden olduğu etkinin sırasıyla %65 ve %0.5'i kadardır. Bu etkiye neden olan maddeler ise insan sağlığı/kanser kategorisi için hidrokarbon emisyonu ve ozon tabakası tüketimi için ise metan gazı emisyonudur.

Son nokta etki kategorilerine göre incelendiğinde (Çizelge 4.15):

- *Toplamda* üretim süreçlerinin en fazla neden olduğu çevresel etki kategorileri XPS ve EPS uygulamaları için sırasıyla %42 ve %44 oranında kaynaklar son nokta etki kategorisi; TSY uygulaması için %31 oranında insan sağlığı son nokta etki kategorisidir. Bu etki kategorilerinin en fazla çevresel etki değerlerine sahip olmalarının nedeni XPS ve EPS uygulamalarında yenilenemeyen enerji, TSY uygulamasında solunum yolu etkileri/inorganik orta nokta etki kategorilerinin diğer kategorilere oranla daha yüksek değerlerde çevresel etkilere sahip olmalarıdır.
- *İklim değişikliği* son nokta etki kategorisi değerleri, küresel ısınma orta nokta etki kategorisi değerleri ile belirlendiği için, küresel ısınmaya en çok neden

olan TSY uygulaması ve en az neden olan EPS uygulaması sıralaması iklim değışikliğı kategorisi için de aynı kalmaktadır.

- *Ekosistem kalitesi* son nokta etki kategorisinde; TSY uygulaması, XPS ve EPS uygulamalarından yaklaşık 2 kat daha fazla etkiye sahiptir. Bu etkinin nedeni, TSY uygulama için diğler uygulamalara oranla; karada ekolojik zehirlilik, karada asitlenme/ nutrifikasyon ve sudaki ekolojik zehirlilik orta nokta etki kategorilerinin 2 kat daha fazla çevresel etkisi olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.15 : Üretim süreçleri son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
Kaynaklar	1.55	1.14	1.49
İklim değışikliğı	1.29	0.80	1.42
İnsan sağlığı	0.8	0.58	1.71
Ekosistem kalitesi	0.07	0.06	0.13
Toplam	3.70	2.58	4.74

4.4.3 Isı yalıtım uygulamaları yapım süreçlerine göre analiz sonuçlarının değeriendirilmesi

XPS (XPS-YS), EPS (EPS-YS) ve TSY (TSY-YS) ısı yalıtım uygulamalarının yapım süreci çevresel etkileri, 'orta nokta' (Şekil A.6) ve 'son nokta' (Şekil A.7) etki kategorileri ile ilişkili olarak incelenmektedir.

Orta nokta etki kategorilerine göre incelendiğinde (Çizelge 4.16):

- *Toplamda* en fazla çevresel etkiye sahip olan uygulama, TSY ısı yalıtım uygulamasıdır. Toplamda en az yapım süreci çevresel etkisine sahip olan uygulama ise TSY uygulamasının %68'i kadar çevresel etkiye sahip EPS uygulamasıdır. XPS uygulaması yapım süreci ise EPS uygulaması yapım sürecine çok yakın bir değerde olmakla birlikte TSY uygulamasının %71'i kadar çevresel etkiye sahiptir.

Tüm yalıtım uygulamalarının yapım süreçlerinin en fazla neden olduğu orta nokta çevresel etki kategorileri; solunum yolu etkileri/inorganik, yenilenemeyen enerji, küresel ısınma ve karada ekolojik zehirlilik etki kategorileridir. Tüm yalıtımlar için solunum yolu etkileri/inorganik en fazla çevresel etkiye sahip etki kategorisidir. Bu etki kategorisi için TSY

uygulamasý yapým sürecinde oluřan çevresel etkiler; XPS uygulamasý yapým sürecinden %38, EPS uygulamasý yapým sürecinden ise %37 oranında daha fazladır (Çizelge 4.16). Bunun nedeni taşıma sırasında kullanılan 7-16 ton kapasiteli aracın havaya bıraktığı partikül maddelerin TSY uygulamasında diğér uygulamalardan yaklaşık olarak 0.27 kg PM2.5_{eşd} miktarında daha fazla olmasıdır.

- *Karada ekolojik zehirlilik ve karada asitifikasyon/nutrifikasyon* etki kategorileri için de en fazla yapým süreci çevresel etkisine sahip olan uygulama TSY uygulamasıdır. Bu çevresel de, etkiler taşıma sırasında kullanılan araçtan kaynaklanmaktadır ve diğér yapým süreci taşıma girdilerine kıyasla sırasıyla %65 ve %83 oranında daha fazla etkiye sahiptir.

Çizelge 4.16 : Yapým süreçleri orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
Solunum yolu etkileri/inorganik	0,08	0,07	0,11
Yenilemeyen enerji	0,07	0,06	0,10
Küresel ısınma	0,06	0,06	0,09
Karadaki ekolojik zehirlilik	0,01	0,01	0,01
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	0,002	0,002	0,003
Zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı)	0,002	0,001	0,002
Zehirlilik-insan sağlığı (kanser)	0,001	0,001	0,002
Arazi kullanımı	0,0005	0,0004	0,0006
İyonlaşmış radyasyon	0,0002	0,0002	0,0003
Solunum yolu etkileri/organik	0,0001	0,0001	0,0002
Sudaki ekolojik zehirlilik	0,0001	0,0001	0,0002
Mineral çıkarımı	0,00002	0,00002	0,00003
Ozon tabakası tüketimi	0,00001	0,00001	0,00002
Toplam	0.22	0.21	0.31

- *Yenilenemeyen enerji* etki kategorisinde TSY yapým süreci çevresel etkileri XPS yapým sürecinden %30, EPS yapým sürecinden ise %40 oranında daha fazladır. Tüm uygulamalar için en fazla çevresel etki yaratan girdi ham petroldür.
- *İnsan sağlığı/kanserdışı* etki kategorisi için XPS ve EPS çevresel etki düzeyleri eşit olup, TSY uygulaması yaklaşık %50 daha fazla etkiye sahiptir.

- *İnsan sağlığı/kanser* etki kategorisinde ise XPS ve EPS uygulamaları çevresel etki değerleri benzer orandadır ve TSY uygulaması çevresel etki değerinin yaklaşık %68'ine eşittir.

Orta nokta etki kategorilerine göre incelendiğinde (Çizelge 4.17):

- *Toplamda* XPS ve TSY uygulamaları yapım süreçleri son nokta etki kategorileri, büyükten küçüğe doğru insan sağlığı, kaynaklar, iklim değişikliği ve ekosistem kalitesi çevresel etki kategorileri olarak sıralanmaktadır. EPS uygulaması yapım sürecinde ise kaynaklar ve iklim değişikliği etki kategorileri aynı oranda, insan sağlığı kategorisi en fazla ve ekosistem kalitesi en az çevresel etkiye sahiptir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 : Yapım süreçleri son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
İnsan sağlığı	0.08	0.07	0.11
Kaynaklar	0.07	0.06	0.10
İklim değişikliği	0.06	0.06	0.09
Ekosistem kalitesi	0.01	0.01	0.02
Toplam	0.22	0.21	0.31

- *İnsan sağlığı* etki kategorisinde en fazla yapım süreci çevresel etkisine neden olan uygulama TSY uygulamasıdır ve XPS uygulamasından %27, EPS uygulamasından %36 oranında daha fazla etkiye sahiptir. Yapım süreçlerinde oluşan bu etkinin nedeni, solunum yolu etkileri/inorganik orta nokta etki kategorisinin en yüksek çevresel etkiye sahip olmasıdır.
- *İklim değişikliği* son nokta etki kategorisi değerleri, küresel ısınma orta nokta etki kategorisi değerleri ile belirlendiği için; ısı yalıtımı yapım süreçlerinde küresel ısınmaya en çok neden olan TSY uygulaması ve en az neden olan EPS uygulaması sıralaması iklim değişikliği kategorisi için de aynı kalmaktadır.
- *Ekosistem kalitesi* son nokta etki kategorisinde, TSY uygulaması üretim sürecinde olduğu gibi XPS ve EPS uygulamaları yapım süreçlerinden 2 kat daha fazla etkiye neden olmaktadır. Bu etkinin nedeni TSY uygulamasının sudaki ekolojik zehirlilik kategorisinde diğer uygulamalara oranla 2 kat, karada asitlenme/ nutrifikasyon kategorisinde %33 oranında, arazi kullanımı

kategorisinde ise yaklaşık olarak %25 oranında daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

4.4.4 Isı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri toplamına göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

XPS (XPS-T), EPS (EPS-T) ve TSY (TSY-T) ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreci çevresel etkilerinin toplamı 'son nokta etki kategorileri' (Şekil A.8) ile ilişkili olarak incelenmektedir. İnceleme sonuçlarına göre:

- Üretim ve yapım süreçleri karşılaştırıldığında üretim süreçlerinin yapım süreçlerinin 10 katından daha fazla çevresel etkiye sahip olduğu görülmektedir. Isı yalıtım uygulamalarında oluşan toplam çevresel etkinin XPS uygulamasında %84'ü; EPS uygulamasında %92'si; TSY uygulamasında %94'ü üretim sürecinden kaynaklanmaktadır.
- Isı yalıtım uygulamalarında, üretim ve yapım süreçleri toplamında TSY uygulaması en fazla çevresel etkiye sahiptir. Toplamda en az etkiye sahip olan uygulama ise TSY uygulamasının %55'i kadar çevresel etkiye sahip olan EPS uygulamasıdır. XPS uygulaması ise toplamda TSY uygulamasının %78'i kadar çevresel etkiye sahiptir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 : Toplam süreçlerin orta nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
Yenilemeyen enerji	1.62	1.20	1.58
Küresel ısınma	1.35	0.86	1.50
Solunum yolu etkileri/inorganik	0.71	0.55	1.70
Zehirlilik-insan sağlığı (kanser)	0.09	0.06	0.06
Karadaki ekolojik zehirlilik	0.06	0.05	0.10
Ozon tabakası tüketimi	0.04	0.0002	0.0002
Zehirlilik-insan sağlığı (kanserdışı)	0.04	0.03	0.05
Karada asitifikasyon/nutrifikasyon	0.01	0.01	0.03
İyonlaşmış radyasyon	0.01	0.005	0.01
Arazi kullanımı	0.01	0.01	0.01
Solunum yolu etkileri/organik	0.002	0.003	0.002
Sudaki ekolojik zehirlilik	0.001	0.001	0.003
Mineral çıkarımı	0.001	0.001	0.01
Toplam	3.93	2.78	5.05

- Son nokta etki kategorilerine göre değerlendirme yapıldığında; toplamda en fazla etkiye sahip kategori XPS ve EPS uygulamaları için %41 ve %46 oranlarında kaynaklar; TSY uygulaması için %36 oranında insan sağlığı kategorisidir. En az etkiye sahip kategori ise tüm uygulamalar için ekosistem kalitesidir. Bu kategori, tüm çevresel etkinin, XPS ve EPS uygulamaları için %2'sini; TSY uygulaması için %3'ünü oluşturmaktadır (Çizelge 4.19).
- XPS ve EPS uygulamalarında iklim değişikliği kategorisi ikinci sırada yer almakta ve toplamda sırasıyla %34 ile %31 oranında çevresel etkiye neden olmaktadır. İnsan sağlığı etki kategorisi ise üçüncü sırada yer alarak toplam etkinin sırasıyla %22'sini ve %24'ünü oluşturmaktadır. TSY uygulamasında toplam çevresel etkinin %31'i kaynaklar kategorisinden, %30'u iklim değişikliği kategorisinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.19 : Toplam süreçlerin son nokta çevresel etki kategorileri dağılımları.

Çevresel etki kategorisi	XPS uygulaması (ecopoint)	EPS uygulaması (ecopoint)	TSY uygulaması (ecopoint)
İnsan sağlığı	0.88	0.65	1.82
Kaynaklar	1.62	1.20	1.58
İklim değişikliği	1.35	0.86	1.50
Ekosistem kalitesi	0.08	0.07	0.14
Toplam	3.93	2.78	5.05

4.5 Bölüm Sonucu

Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde kullanılan ısı yalıtımı uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerinin çevresel değerlendirmesi kapsamında; Bölüm 2’de genel özellikleri, üretim ve yapım süreçleri anlatılan XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamaları, Bölüm 3’te detaylandırılan çevresel değerlendirme yöntemlerinden Yaşam Dönemi Değerlendirmesi ilkeleri benimsenerek analiz edilmiştir. Analizlerin yapılabilmesi için bir YDD aracı olan SimaPro benzetim programı kullanılmıştır. SimaPro Programına veri girişi sırasında elde edilemeyen ya da yetersiz olan süreçler; yapı malzemeleri verilerine sahip, 4000 süreçli bir veritabanı olan Ecoinvent v2 veritabanından sağlanmıştır.

Benzetimler sonrasında; ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemelerin; ham maddelerinin çıkarımı ile üretim alanına taşınması, üretim süreçleri, üretilen malzemelerin yapım alanına taşınması ve yapım süreçlerinin çevresel etkilerine dair veriler elde edilmiştir. Bu veriler; ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemelere,

uygulamaların ayrı ayrı üretim ve yapım süreçleri ile toplamalarına göre analiz edilmiş ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezde; kullanım süreçleri boyunca enerji tasarrufu sağlayarak, binalarda oluşan çevresel etkilerin azalmasına ve yenilenemeyen kaynakların korunmasına yardımcı olan ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreçleri çevresel açıdan ele alınmış ve bu süreçlerde ortaya çıkan çevresel etkiler bir benzetim örneği ile değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında; yapıların büyük çoğunluğunu oluşturan konut binaları ile en çok ısı kaybına neden olan yapı elemanı olarak dış duvarlar araştırma konusu olarak belirlenmiştir.

İlk bölümde tezin amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde ısı yalıtım malzemeleri genel özelliklerine ve sınıflandırmalarına değinilerek, Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri genel özellikleri ve üretim süreçleri tanımlanmıştır. Ayrıca ısı yalıtım uygulamalarının yapım süreçleri de incelenerek, kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve yardımcı malzemelerin miktarları ile uygulama biçimleri irdelenmiştir. İncelemeler sonucunda; Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamalarının üretim ve yapım süreci çevresel etkilerini değerlendirmek üzere; XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım levhaları ile oluşturulan dış duvarların dış yüzeyine özel tespit elemanı kullanılarak yapılan uygulamalar seçilmiştir.

Üçüncü bölümde çevresel değerlendirme kavramı araştırılmıştır. Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir bina ve yapım, çevresel sürdürülebilirlik, çevresel değerlendirme ve çevresel değerlendirme yöntemleri araştırılmıştır. Dördüncü bölümde ısı yalıtım uygulamalarının çevresel değerlendirmesini gerçekleştirmek için çevresel değerlendirme yöntemlerinden yaşam dönemi değerlendirmesi seçilerek; yöntem, süreçleri, aşamaları ve metod/araçları incelenmiştir. İncelemeler sonucunda yaşam dönemi değerlendirmesi yöntemi benimsenerek, benzetim çalışmalarını gerçekleştirmek üzere yaşam dönemi değerlendirme yöntemini esas alan SimaPro programı seçilmiştir.

Dördüncü bölümde, ikinci bölümde bahsedilen XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım uygulamaları malzeme özellikleri, üretim ile yapım süreçleri ve üçüncü bölümde bahsedilen yaşam dönemi değerlendirmesi yöntemi, süreçleri ve aşamaları bilgileri

doğrultusunda; İstanbul'da konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri çevresel etki değerleri belirlenmiştir. Uygulamalarda kullanılan malzemelerin ham maddelerinin çıkarımı ile üretim alanına taşınması aşamaları içeren üretim öncesi verileri, üretim süreci verilerine dahil edilerek sonuçlar alınmıştır. Elde edilen sonuçlarda; çevresel etkiler, kullanılan malzemelere, uygulamaların üretim süreçlerine, yapım süreçlerine ve üretim ile yapım süreçleri toplamalarına göre değerlendirilmiştir.

Değerlendirme ile elde edilen sonuçlara göre:

- XPS, EPS ve TSY ısı yalıtım malzemeleri üretim süreci çevresel etkileri karşılaştırıldığında TSY toplamda 3 ecopoint çevresel etkiye sahipken XPS 2 ecopoint, EPS ise 0.8 ecopoint etkiye sahiptir. Üç yalıtım malzemesinin de en fazla neden olduğu orta nokta etki kategorileri yenilenemeyen enerji, küresel ısınma ve solunum yolu etkileri/inorganik etki kategorileridir. Yenilenemeyen enerji etki kategorisine en fazla oranda neden olan girdiler tüm süreçler için ham petrol ve doğal gazdır. Küresel ısınma etki kategorisine ise tüm süreçlerde en fazla oranda neden olan girdi malzemelerin üretim süreçlerinde havaya salınan karbondioksit gazıdır. Solunum yolu etkileri/inorganik kategorisine TSY malzemesinin neden olduğu çevresel etki XPS malzemesine oranla %78, EPS malzemesi oranla %90 daha fazladır. Bu etkinin nedeni TSY üretim sürecinde havaya salınan partiküllerden ve ham madde olarak üretim sürecinde kullanılan bazaltın çıkarımından kaynaklanmaktadır.
- XPS, EPS ve TSY uygulamaları üretim süreçleri karşılaştırıldığında toplamda en fazla çevresel etkiye neden olan uygulamanın TSY uygulaması olduğu görülmektedir. TSY uygulaması ile karşılaştırıldığında, EPS uygulaması %46, XPS uygulaması ise %22 oranında daha az çevresel etkiye sahiptir. Tüm uygulamaların en çok katkı sağladıkları orta nokta etki kategorileri yenilenemeyen enerji, küresel ısınma ve solunum yolu etkileri/inorganik kategorileridir. Üretim süreçlerinin en fazla neden olduğu son nokta etki kategorileri XPS ve EPS uygulamaları için kaynaklar kategorisi; TSY uygulaması için ise insan sağlığı kategorisidir.
- XPS, EPS ve TSY uygulamaları yapım süreçleri karşılaştırıldığında toplamda en fazla çevresel etkiye neden olan uygulamanın TSY uygulaması olduğu görülmektedir. TSY uygulaması ile karşılaştırıldığında, EPS uygulaması %32, XPS uygulaması ise %29 oranında daha az çevresel etkiye sahiptir.

Tüm uygulamaların en çok katkı sağladıkları orta nokta etki kategorileri yenilenemeyen enerji, küresel ısınma, solunum yolu etkileri/inorganik ve karada ekolojik zehirlilik kategorileridir. Tüm yalıtımlar için en fazla çevresel etkiye sahip olan etki kategorisi malzemelerin taşınması sırasında havaya salınan partiküllerin neden olduğu solunum yolu etkileri/inorganik kategorisidir. Tüm yalıtım uygulamalarının yapım süreçlerinin en fazla oranda neden olduğu son nokta etki kategorisi ise insan sağlığı kategorisidir.

- XPS, EPS ve TSY uygulamaları üretim ve yapım süreçleri karşılaştırıldığında, üretim süreçlerinin neden olduğu çevresel etkiler yapım süreçlerinin neden olduğu etkilerin on katından daha fazladır.
- XPS, EPS ve TSY uygulamaları üretim ve yapım süreçleri toplamaları karşılaştırıldığında, EPS uygulaması TSY uygulamasından %45 oranında, XPS uygulaması ise %22 oranında daha az çevresel etkiye sahiptir. Toplamda en fazla çevresel etkiye sahip son nokta kategorisi XPS ve EPS uygulamaları için kaynaklar, TSY uygulaması için de insan sağlığı kategorisidir.

Tez kapsamında Türkiye’de dış duvar sistemlerinde sıklıkla gerçekleştirilen ısı yalıtım uygulamaları üretim ve yapım süreçleri çevresel etkileri incelenmiştir. Çevresel etki değerlendirmesi yapabilmek için Türkiye’ye ilişkin yerel kaynaklar yeterli olmadığından veriler coğrafya, zaman, teknoloji gibi kriterler göz önünde bulundurularak SimaPro benzetim programında bulunan ve başlıca Avrupa envanter verilerinden oluşan Ecoinvent veri tabanından sağlanmıştır. İlerde Türkiye için yerel verilerin belirlenmesi halinde, yeni verilerle benzer çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Tezde, ısı yalıtım uygulamalarının sadece üretim ve yapım süreçlerinde ortaya çıkan çevresel etkiler değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, çevresel değerlendirme bağlamında daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için, ısı yalıtım uygulamalarının tüm yaşam dönemleri boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin incelenmesi gerekliliği unutulmamalıdır. Bu anlamda, gerçekleştirilen tez ilerde bu alanda yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere öncü bir nitelik taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Anink D., Boonstra C. ve Max J.**, 1996: Handbook of Sustainable Building, James&James(Science Publishers), s. 6, Londra
- Athena Institute**, 2002: Integrating LCA Tools in Green Building Rating Systems, USGBC Green Building International Conference and Expo, November 15, <http://www.athenasmi.org/publications/docs/LCA_Tool_Integr_Slides.pdf>
- Blackburn W. R.**,2007: The Sustainability Handbook, The Complete Management Guide to Achieve Social Economic and Environmental Responsibility, Earthscan Publication, s. 2-3, Londra
- Blengini G. A.**, 2008: Using LCA to Evaluate Impacts and Resources Conservation Potential of Composting: A Case Study of The Asti District in Italy, Resources Conservation and Recycling, Vol. 52, pp. 1373-1381.
- Bokalders, V. ve Block, M.**, 2010: *The Whole Building Handbook*, Earthscan Press, s. ix-x, Londra.
- Bourdeau, L.**, 1999: Sustainable Development and the Future of Construction: A Comparison of Visions from Various Countries, Building Research & Information, Vol. 27, Issue 6, pp. 354-366.
- Bribian, I., Z., Uson, A., A. ve Scarpellini, S.**, 2009: Life Cycle Assessment In Buildings: State-Of-The-Art And Simplified LCA Methodology As A Complement For Building Certification, *Building and Environment*, 44, 2510–2520.
- Buchholz, R., A.**, 1993: Principles of Environmental Management: The Greening of Business, Prentice Hall, s.116, New Jersey.
- Chau C., K., Yik F., W., H., Hui W., K., Liu H., C., Yu H., K.**, 2007: Environmental Impacts of Building Materials and Building Services, Journal of Cleaner Production, Elsevier Ltd., Vol. 15, pp. 1840-1851.
- Cole, R., J., Howard, N., Ikaga, T., ve Nibel, S.**, 2005: Building Environmental Assessment Tools: Current and Future Roles, The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, Japan, 26-29 September (CD-ROM).
- Çetiner, İ. ve Edis, E.**, 2011: İstanbul'daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi ve Katkı Sağlayacak İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi, Proje No: 108K418, TÜBİTAK.
- Ecoinvent- CD ROM**, 2007: Documentation of Ecoinvent Data v02.
- Finnveden G.**, 2010: *Life Cycle Assessment*, The Encyclopedia of Earth, <http://www.eoearth.org/article/Life_cycle_assessment>, erişim tarihi 14.08.2010.
- Finnveden, G. ve Moberg, A.**, 2004: *Environmental System Analysis Tools- An Overview*, Journal of Cleaner Production, 13, 1165-1173.

- Gibberd, J., T.**, 2003: Developing a Sustainable development approach for buildings and construction processes. Proceedings of Smart And Sustainable Built Environment, Brisbane, Australia, 19-21 November (CD-ROM).
- Giudice, F., Rosa, G. ve Risitano, A.**, 2006: *Product Design for the Environment A Life Cycle Approach*, pp. 53-56, CRC Press, New York.
- Haes, H. A. ve Heijung, R.**, 2007: Life Cycle Assessment for Energy Analysis and Management, *Applied Energy*, 84, 817-827.
- Halliday S.**, 2008: *Sustainable Construction*, Butterworth-Heinemann Publications, pp. 10,11,15,18, Burlington.
- Harris J. M.**, 2000: *Basic Principles of Sustainable Development*, Global Development and Environment Institute, Tufts University, s.6, ABD, <http://notendur.hi.is/~bdavids/UAU101/Readings/Harris_2000_Sustainable_development.pdf>, erişim tarihi: 31.12.2010.
- Hegger, M., Auch-Schwelk, V., Fuchs, M. and Rosenkranz, T.**, 2006: Construction Materials Manual, Birkhauser, Munich, Germany.
- Hobday, R.**, 2005: Technical Synthesis Report Annex 31- Energy-Related Environmental Impact of Buildings, FaberMAunsell Ltd., s. İngiltere.
- Horne, R., Grant, T. ve Verghese, K.**, 2009: *Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects*, CSIRO Publishing, pp. 2, Australia.
- Humbert S., Margni M. and Jolliet O.**, 2007: Impact 2002+ User Guide Draft Version 2.1, EPFL (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne) <http://www.sph.umich.edu/riskcenter/jolliet/IMPACT2002+/IMPACT2002+_UserGuide_for_v2.1_Draft_October2005.pdf>, alındığı tarih: 24.02.2010.
- Huntzinger D., N., Eatmon T., D.**, 2009: A Life-Cycle Assessment Of Portland Cement Manufacturing: Comparing The Traditional Process With Alternative Technologies, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd., Vol. 17, pp. 668-675.
- International Energy Agency**, 2008: Promoting Energy Efficiency Investments, International Energy Agency, pp. 27-28 , France.
- Isı Yalıtım Yönetmeliği**, 2008: Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ekim 2008.
- ISO 14040**, 2006: Environmental management - Life cycle assessment – Principles and Framework, *International Organization for Standardization*, Switzerland.
- ISO 14044**, 2006: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines', *International Organization for Standardization*, Switzerland.
- ISO 15392**, 2008: *Sustainability in Building Construction – General Principles*, International Organisation for Standardisation, pp. 5, Switzerland.
- ISO 9229**, 2007: *Thermal Insulation Vocabulary*, International Organisation for Standardisation, Switzerland
- ISO/TR 14047**, 2003: Environmental Management - Life Cycle Impact Assessment - Examples of Application of ISO 14042, *International Organization for Standardization*, pp. 13, Switzerland.

- İzocam**, 2002: Isı Yalıtımı – Teknik Yalıtım – Ses Yalıtımı – Yangın Yalıtımı, İzocam Yayınları, s. 77-79.
- İzoder**, 2011: Bina ve Tesisatta Isı Yalıtımı, <<http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/sartname/GIRIS.pdf>>, alındığı tarih: 22.09.2011.
- Jolliet O., Margni M., Charles R., Humbert S., Payet J., Rebitzer G. and Rosenbaum R.**, 2005: *IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology*, <<http://www.springerlink.com/content/l3wv6682l677535u/fulltext.pdf>>, alındığı tarih: 08.12.2008.
- Karakoç T. H., Turan O., Binyıldız E. ve Yıldırım E.**, 2011: *IY- Isı yalıtımı*, Rota Yayın, İstanbul.
- Kellenberger, D. ve Althaus, H.**, 2009: Relevance Of Simplifications in LCA Of Building Components, *Building and Environment*, 44, 818–825.
- Keskin T.**, 2010: Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu, <<http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Binalar%20Sektoru%20Mevcut%20Durum%20Degerlendirmesi%20Raporu.pdf>>, alındığı tarih: 15.08.2011.
- Kibert, C.J., Sendzimir, J. ve Guy, B.**, 2000: Construction Ecology and Metabolism: Natural System Analogues for a Sustainable Built Environment, *Construction Management and Economics*, Vol. 18, pp. 903-916.
- Klöpffer, W.**, 2003: *Life-Cycle Based Methods for Sustainable Product Development*, The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 8, No. 3, pp. 157-159.
- Kosareo L., Ries R.**, 2007: Comparative Environmental Life-Cycle Assessment of Green Roofs, *Building and Environment*, Elsevier Ltd., Vol. 42, pp. 2606-1613.
- KTH**, 2010: *Applied Environmental Systems Analysis*, Royal Institute of Technology, Stockholm, <<http://www.ima.kth.se/im/3c1387eng/>>, erişim tarihi 23.08.2010.
- Langdon, D.**, 2006: Literature Review of Life Cycle Costing And Life Cycle Assessment, s. 63-70, <http://www.tmb.org.tr/arastirma_yayinlar/LCC_Literature_Review_Report.pdf>, erişim tarihi: 06.12.2009.
- Lawson B.**, 1996: *Building Materials Energy & The Environment*, The Royal Institute of Architects, s. 10-11, Avustralya.
- Maiellaro N.**, 2001: *Towards Sustainable Building*, Kluwer Academic Publishers, s. 11,207-208, Dordrecht.
- Mclennan J. F.**, 2004: *The Philosophy of Sustainable Design*, Ecotone, s. 6, Kansas City.
- Mendler S. ve Odell J.**, 2000: *The HOK Guidebook to Sustainable Design*, John Wiley & Sons, s. 1-2, Kanada ve ABD.
- Meroni, I. ve Caroli, L.**, 1995: Materials and Systems for External Insulation in Buildings, *International Symposium on Exterior Insulation and Finish Systems*, pp. 377- 390.
- Moberg A.**, 2006: *Environmental systems analysis tools for decision-making*, Royal Institute of Technology, Stockholm, Alındığı tarih: 26.08.2010, adres: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:9966/FULLTEXT01>.

- NAS**, 1997: *Mineral Resources and Sustainability: Challenges for Earth Scientists*, National Academy of Science, National Academies Press, Washington D.C.
- Özcan, E., R. ve Kayman, S.**, 2010: Enerji Tüketimindeki Değişimin Küresel Isınmaya Etkisi ve ABD, AB Ülkeleri, Japonya, Çin ve Türkiye Karşılaştırması: 1980-2004, <http://www.tcmb.gov.tr/yeni/iletisimgm/Ozcan_Kayman.pdf>, alındığı tarih 09.02.2011.
- Papadopoulos A. M.**, 2004: State Of The Art in Thermal Insulation Materials and Aims for Future Developments, *Energy and Buildings*, 37, 77-86.
- Papadopoulos A. M. and Giama, E.**, 2006: Environmental Performance Evaluation of Thermal Insulation Materials And Its Impact on The Building, *Building and Environment*, 42, 2178-2187.
- Pearce, D. ve Warfrod, J.**, 1993: *World Without End; Economics, Environmental and Sustainable Development*, Oxford University Press, s. 43, New York.
- Pfundstein M., Gellert R., Spitzner M. and Rudolphi A.**, 2008: DETAIL Practice; Insulating Materials – Principles, Materials, Applications, Architektur – Documentation GmbH & Co. KG, Munich.
- Pitts C. A.**, 2003: Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic Sustainable Design on Building and Urban Scales, Architectural Press, pp. 4, Oxford.
- Plessis C.**, 2002: Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries, Capture Press, pp. 5-7, Pretoria.
- Pre**, 2008a: Introduction to LCA with SimaPro 7, Product Ecology Consultants, Netherlands, alındığı tarih: 20.01.2010.
- Pre**, 2008b: SimaPro Database Manual - Methods Library, Product Ecology Consultants, Netherlands, alındığı tarih: 20.01.2010.
- Pulselli F., M., Ciampalini F., Leipert C. ve Tiezzi E.**, 2008: Integrating Methods For The Environmental Sustainability: The Spin-Eco Project in The Province of Siena (Italy), *Journal of Environmental Management*, 8, pp. 332-341.
- SAIC**, 2006: *Life Cycle Assessment: Principles and Practice*, Scientific Applications International Corporation, Work Assignment 3-15, pp. 1, Ohio. <<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>>
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı**, 2005: *Isı Yalıtımı Sektör Araştırması 2005*, Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara. <<http://www2.sanayi.gov.tr/webedit/gozlem.aspx?sayfaNo=2959>>, alındığı tarih: 08.12.2010.
- Sassi P.**, 2006: *Strategies for Sustainable Architecture*, Taylor & Francis Group, pp. 3-4, Abington.
- SETAC**, 2003: *Life Cycle Assessment in Building and Construction*, SETAC Publications, s. 45, USA.
- SimaPro**, 2008: <http://www.pre.nl/simapro/simapro_lca_software.htm>, alındığı tarih: 20.07.2008.
- Toydemir N., Gürdal E., ve Tanaçan L.**, 2004: Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul, Türkiye.

- Trusty, W.**, 2000: Introducing an Assessment Tool Classification System, Advanced Building Newsletter, 25, pp. 18.
- Trusty, W. ve Horst, S.**, 2005: LCA Tools Around the World, Building Design and Construction, s. 12-15, <www.bdcnetwork.com>, alındığı tarih: 18.04.2010.
- TS EN 13163**, 2010: *Isı Yalıtım Mamulleri - Binalar İçin - Fabrikasyon Olarak İmal Edilen Mamuller - Genleştirilmiş Polistiren (Eps) - Özellikler*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13164**, 2010: *Isı Yalıtım Mamulleri - Binalar İçin - Fabrikasyon Olarak Ekstrüzyonla İmal Edilen Polistiren Köpük (Xps) - Özellikler*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK**, 2010: *Türkiye İstatistik Yıllığı, 2009* <http://www.tuik.gov.tr/yillik/yillik.pdf>, alındığı tarih: 04.05.2010.
- UNEP**, 1996: *Life Cycle Assessment: What It Is And How To Do It*, United Nation Publication, pp. 5-6, 37-43, Paris, Fransa.
- Url-1** <http://www.xpsturkiye.org/yalitim2b.html>, alındığı tarih: 06.10.2011.
- Url-2** <http://www.vitrafix.com.tr/>, Vitra Therm Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri Kataloğu, Eczacıbaşı Koramic Yapı Kimyasalları A. Ş, alındığı tarih 10.10.2011.
- Url-3** <http://www.baumit.com.tr/upload/rt/dis_cephe_sistem.pdf>, Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri, Baumit İnşaat Malzemeleri San. Tic. Ltd. Şti., alındığı tarih: 10.10.2011.
- Url-4** <http://www.izocam.com.tr/izocam/getdoc/aa9d0130-fd86-43e1-971b-026469715f33/Mantolama_Sartname_XPS.aspx>, Sıvalı Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri Teknik Şartname (XPS), İzocam Tic. ve San. A.Ş, alındığı tarih: 10.10.2011.
- Url-5** <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/sustainable>, alındığı tarih: 30.11.2010.
- Url-6** <http://www.merriam-webster.com/dictionary/sustainable>, alındığı tarih: 30.11.2010.
- Url-7** <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/>, erişim tarihi: 02.12.2010.
- Url-8** <http://www.alcas.asn.au/intro-to-lca/history>, alındığı tarih: 01.06.2009.
- Url-9** <http://www.tse.org.tr/>, alındığı tarih: 30.03.2011.
- Url-10** <http://www.ecoinvent.ch>, alındığı tarih: 18.11. 2011.
- Url-11** <http://www.pre.nl/download/manuals/DatabaseManualBUWAL250.pdf>, alındığı tarih: 18.11.2011.
- Url-12** <http://www.idemat.nl/>, alındığı tarih: 18.11.2011.
- Url-13** <http://www.pre-sustainability.com/content/manuals>, alındığı tarih: 18.11.2011.
- Url-14** <http://www.mavikale.com/urunler_digikatalog.asp>, Mardav A. Ş., DOW Chemical, Kalekim A. Ş., alındığı tarih: 29.11.2011.
- Xu X., Jayaraman K., Morin C., Pecqueux N.**, 2008: Life Cycle Assessment of Wood-Fibre-Reinforced Polypropylene Composites, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 198, pp. 168-177.

- Vezzoli C. ve Manzini E.**, 2008: *Design for Environmental Sustainability*, Springer, pp. 4, 253-255, London.
- Wageningen University**, 2010: Environmental Systems Analysis Group, Wageningen University, Wageningen, Hollanda
<<http://www.esa.wur.nl/UK/>>, alındığı tarih: 27.08.2010.
- Walsh C. J.**, 2002: *Construction Related Sustainability Performance Indicators: Theory, Methodology & Initial Application*, Sustainable Design International Ltd., s. 4 <<http://www.sustainable-design.ie/sustain/BariIndicatorsPaper.pdf>>, alındığı tarih: 03.12.2010.
- Werbach A.**, 2009: *Strategy for Sustainability; A Business Manifesto*, Harward Business Press, pp. 8, Massachusetts.
- Williams L. O.**, 2002: *An End To Global Warming*, Elsevier Science, pp. 1-2, Oxford.
- Williamson T., Radford A. ve Bennetts H.**, 2003: *Understanding Sustainable Architecture*, Spon Press, pp. 1-17, Londra ve NewYork.

EKLER

EK A. 1 : Isı Yalıtım Uygulamaları Üretim Süreci Girdi ve Çıktı Envanter Verileri

EK A. 2 : Isı Yalıtım Uygulamaları Yapım Süreci Girdi ve Çıktı Envanter Verileri

EK A. 3 : Isı Yalıtım Uygulamaları Çevresel Etki Grafikleri

EK A.1 : Isı Yalıtım Uygulamaları Üretim Süreci Envanter Verileri / GİRDİLER

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
1	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in crude ore, in ground	kg	0,146	1,111	242,715	1,952	0,142	0,006	0,089	0,087	3,58E-04	23,415	0,004	0,035
2	Anhydrite, in ground	g	5,533	10,645	1,208	1,286	0,005	2,50E-04	0,005	0,629	8,38E-06	2,85E-04	0,171	2,59E-04
3	Barite, 15% in crude ore, in ground	kg	0,146	0,314	2,339	2,579	0,163	0,009	0,109	0,060	0,001	0,126	0,005	0,009
4	Basalt, in ground	g	2,630	224,150	3097,758	308,841	28,842	0,351	17,560	13,761	0,029	4,340	2,895	1,294
5	Borax, in ground	mg	1,239	2,751	8,673	6,845	1,061	0,041	0,673	0,459	0,001	0,443	0,048	0,036
6	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	g	0,005	0,146	0,215	1,272	0,033	0,007	0,026	0,015	0,002	0,011	0,002	0,007
7	Calcite, in ground	kg	8,116	36,960	2447,882	1952,309	807,443	2,071	566,914	20,059	0,016	5,579	0,396	0,470
8	Carbon dioxide, in air	kg	8,063	23,864	138,853	76,506	41,470	1,278	26,134	10,398	0,001	1,433	3,330	56,080
9	Carbon, in organic matter, in soil	g	0,050	1,158	3,788	1,852	0,888	0,030	0,571	0,022	3,39E-04	0,186	0,078	1,986
10	Cerium, 24% in bastnasite, 2.4% in crude ore, in ground	pg	-1,01E-05	-2,94E-04	-0,021	-0,738	-6,58E-06	-4,33E-07	-4,50E-06	-9,57E-05	-2,02E-08	-1,20E-05	-4,44E-07	-2,62E-06
11	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	kg	0,011	0,252	0,713	0,985	0,030	0,001	0,019	0,026	2,15E-05	0,009	0,005	0,003
12	Chrysotile, in ground	g	0,005	0,305	0,213	5,512	0,004	1,76E-04	0,003	0,008	8,79E-06	0,059	4,48E-04	0,005
13	Cinnabar, in ground	mg	6,339	39,392	19,865	508,743	0,381	0,016	0,292	7,171	0,001	5,467	0,088	0,438
14	Clay, bentonite, in ground	kg	0,102	0,572	2,104	1,018	0,054	0,002	0,035	0,029	2,44E-04	0,027	0,004	0,003
15	Clay, unspecified, in ground	kg	1,977	30,493	436,235	193,577	303,570	0,037	187,335	1,408	0,004	0,948	0,160	0,111
16	Coal, brown, in ground	kg	96,663	198,473	520,038	400,948	25,624	0,998	15,746	35,273	0,009	24,237	3,733	1,774
17	Coal, hard, unspecified, in ground	kg	150,560	338,340	2551,325	328,553	53,911	0,694	33,348	105,291	0,019	40,806	5,977	1,551
18	Cobalt, in ground	mg	0,120	0,502	7,025	3,526	0,630	0,028	0,408	0,079	0,003	0,262	0,006	0,021
19	Colemanite, in ground	g	0,167	1,495	4,257	8,866	0,096	0,004	0,065	0,108	0,001	0,504	0,011	0,018
20	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3%	g	126,346	287,185	246,820	103,833	3,625	0,258	2,284	1,402	0,006	8,502	0,103	0,194
21	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3%	g	11,946	273,556	1,365	566,678	20,065	1,430	12,610	6,310	0,031	47,146	0,557	1,063
22	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3%	g	3,169	72,565	362,100	150,318	5,323	0,379	3,345	1,674	0,008	12,506	0,148	0,282
23	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3%	kg	15,716	0,361	1,798	0,754	0,026	0,002	0,017	0,008	4,21E-05	0,062	0,001	0,001
24	Diatomite, in ground	µg	9,686	61,109	107,788	295,578	11,307	0,265	10,841	10,046	0,304	4,797	0,710	1,517
25	Dolomite, in ground	kg	0,007	0,085	0,360	0,151	0,007	3,35E-04	0,005	8,393	2,87E-05	0,003	3,75E-04	0,001
26	Energy, gross calorific value, in biomass	MJ	202,685	481,177	1494,869	823,464	461,912	14,203	291,195	223,060	0,015	15,190	47,542	631,618
27	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	kJ	3,462	80,247	262,594	128,373	61,589	2,095	39,585	1,546	0,024	12,880	5,377	137,656
28	Energy, kinetic (in wind), converted	MJ	39,717	80,273	211,333	164,910	11,213	0,437	6,911	14,475	0,004	2,017	1,540	1,076
29	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	MJ	395,289	841,852	1949,624	1372,425	231,851	7,602	149,082	137,110	0,089	668,958	36,043	18,606
30	Energy, solar, converted	MJ	0,569	1,161	3,065	2,398	0,193	0,008	0,120	0,207	7,38E-05	0,028	0,022	0,010
31	Feldspar, in ground	mg	9,600	0,248	1,400	0,583	0,032	0,002	0,020	0,006	2,22E-05	0,132	0,004	0,001
32	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	g	0,118	52,841	15,787	83,296	0,261	0,011	0,170	0,059	3,92E-04	0,105	0,005	0,337
33	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	g	0,054	23,183	6,993	36,575	0,131	0,006	0,085	0,029	1,95E-04	0,048	0,006	0,174
34	Fluorspar, 92%, in ground	kg	0,018	86,041	0,146	2,405	0,010	4,04E-04	0,006	0,008	1,11E-05	0,055	3,36E-04	0,010
35	Gadolinium, 0.15% in bastnasite, 0.015%	pg	-4,49E-11	-2,68E-09	-9,39E-09	-1,42E-08	-3,01E-09	-9,02E-11	-1,93E-09	-2,81E-10	-1,30E-12	-6,73E-11	-1,23E-10	-6,96E-09

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
36	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	µg	1,614	3,275	8,697	6,803	0,548	0,021	0,341	0,588	2,10E-04	0,081	0,062	0,029
37	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	m3	0,531	1,372	24,824	3,211	0,768	0,007	0,475	0,199	1,90E-04	0,404	0,022	0,017
38	Gas, natural, in ground	m3	625,487	1240,503	719,291	630,569	12,159	2,330	8,281	208,657	0,016	11,034	23,559	0,981
39	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	mg	0,003	0,856	2,033	6,028	0,018	4,94E-04	0,015	0,037	0,001	0,013	0,004	0,008
40	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	mg	0,006	1,570	3,728	11,054	0,033	0,001	0,028	0,068	0,001	0,024	0,007	0,015
41	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	mg	0,007	1,880	4,464	13,235	0,039	0,001	0,034	0,081	0,001	0,028	0,008	0,018
42	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	mg	0,011	2,872	6,819	20,215	0,060	0,002	0,051	0,124	0,002	0,043	0,012	0,027
43	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	mg	0,003	0,712	1,690	5,010	0,015	4,10E-04	0,013	0,031	4,85E-04	0,011	0,003	0,007
44	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	mg	0,007	1,705	4,048	12,000	0,036	0,001	0,030	0,074	0,001	0,026	0,007	0,016
45	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	mg	0,010	2,639	6,266	18,578	0,055	0,002	0,047	0,114	0,002	0,040	0,011	0,025
46	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	mg	0,012	2,976	7,066	20,949	0,062	0,002	0,053	0,128	0,002	0,045	0,013	0,028
47	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%	mg	0,001	0,178	0,423	1,255	0,004	1,03E-04	0,003	0,008	1,22E-04	0,003	0,001	0,002
48	Granite, in ground	µg	0,406	17,532	21,283	4,848	0,588	0,030	0,374	2,357	4,69E-04	0,063	0,167	0,010
49	Gravel, in ground	kg	14,875	132,387	401,212	749,813	3262,130	32,045	1900,355	20,054	0,593	19,156	2,106	13,648
50	Gypsum, in ground	kg	0,009	0,017	0,001	0,003	1,38E-05	97,334	2,34E-05	0,002	4,02E-08	7,22E-06	1,34E-04	1,92E-06
51	Helium, 0.08% in natural gas, in ground	µg	8,150	16,535	43,911	34,347	2,766	0,108	1,719	2,970	0,001	0,407	0,314	0,146
52	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	mg	0,160	2,588	4,007	21,530	0,577	0,116	0,443	0,278	0,026	0,189	0,029	0,122
53	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	kg	2,096	34,390	151,948	66,478	3,062	0,138	1,990	1,202	0,017	1,242	0,122	0,199
54	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	g	0,536	3,014	23,150	9,769	0,927	0,074	0,666	439,852	0,004	0,713	2,093	0,039
55	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	mg	3,545	21,396	84,047	89,459	6,517	0,292	5,092	51,512	0,077	3,843	113,279	0,427
56	Lanthanum, 7.2% in bastnasite, 0.72%	pg	3,01E-05	0,002	0,005	0,178	1,96E-05	2,01E-06	1,31E-05	0,001	1,14E-07	1,91E-05	1,07E-06	1,42E-05
57	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	g	2,543	14,805	28,552	59,594	2,212	0,443	2,108	2,530	0,059	6,234	0,161	0,315
58	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	kg	0,014	0,448	2,332	1,030	0,317	0,002	0,197	0,012	2,16E-04	0,015	0,001	0,002
59	Magnesium, 0.13% in water	mg	3,299	10,649	37,313	35,878	4,905	0,156	3,071	2,538	0,002	0,290	0,455	2,503
60	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2%	g	2,434	139,094	364,689	121,600	11,470	1,059	6,848	1,998	0,011	1,693	0,371	0,304
61	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	g	0,051	1,180	12,059	2,585	0,118	0,008	0,075	0,037	0,001	22,896	0,005	0,015
62	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83%	g	0,292	6,707	33,411	14,003	0,491	0,035	0,309	0,155	0,001	1,152	0,014	0,026
63	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81%	g	0,042	0,953	4,756	1,974	0,070	0,005	0,044	0,022	1,09E-04	0,164	0,002	0,004
64	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36%	g	0,743	48,601	131,231	42,559	4,027	0,372	2,405	0,669	0,004	0,592	0,127	0,106
65	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39%	g	0,153	3,493	17,428	7,235	0,256	0,018	0,161	0,081	4,01E-04	0,602	0,007	0,014
66	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36%	g	1,500	98,083	264,840	85,853	8,128	0,751	4,853	1,349	0,008	1,194	0,256	0,214
67	Neodymium, 4% in bastnasite, 0.4% in crude ore, in ground	pg	-3,59E-06	-9,84E-05	-0,009	-0,322	-2,46E-06	-1,53E-07	-1,70E-06	-3,20E-05	-7,14E-09	-3,50E-06	-1,71E-07	-9,80E-07
68	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76%	g	0,079	1,185	63,518	5,524	0,285	0,098	0,191	0,206	1,03E-04	0,037	0,004	0,010
69	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	kg	0,061	1,075	3,376	2,909	0,098	0,005	0,060	0,070	1,63E-04	0,030	0,013	0,008
70	Occupation, arable, non-irrigated	m2a	0,009	0,039	0,239	0,171	0,075	0,003	0,048	0,012	7,66E-05	0,006	0,027	0,130

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
71	Occupation, construction site	m2a	0,018	0,282	0,300	0,647	0,009	0,001	0,006	0,015	1,85E-05	0,014	0,002	0,002
72	Occupation, dump site	m2a	0,395	2,286	19,176	4,857	0,348	0,012	0,216	0,185	3,11E-04	0,411	0,018	0,015
73	Occupation, dump site, benthos	m2a	0,009	0,031	0,218	0,205	0,010	0,001	0,007	0,008	3,15E-05	0,010	0,001	0,001
74	Occupation, forest, intensive	m2a	0,012	0,349	70,329	40,835	48,465	1,505	30,993	0,092	1,74E-04	0,083	0,879	119,957
75	Occupation, forest, intensive, normal	m2a	4,379	28,065	240,047	78,139	39,282	1,131	24,425	15,754	0,002	2,352	3,713	12,453
76	Occupation, forest, intensive, short-cycle	m2a	8,684	0,020	0,066	0,032	0,015	0,001	0,010	3,88E-04	5,90E-06	0,003	0,001	0,035
77	Occupation, industrial area	m2a	0,221	0,573	8,278	2,172	0,209	0,007	0,133	0,091	3,49E-04	0,193	0,010	0,009
78	Occupation, industrial area, benthos	cm2a	1,100	2,823	19,655	18,358	1,005	0,085	0,666	0,774	0,003	0,849	0,053	0,061
79	Occupation, industrial area, built up	m2a	0,022	1,684	12,927	2,670	0,131	0,002	0,082	0,122	8,46E-05	0,188	0,026	0,009
80	Occupation, industrial area, vegetation	m2a	0,015	0,267	0,733	0,957	0,470	0,004	0,280	0,031	8,61E-05	0,053	0,006	0,007
81	Occupation, mineral extraction site	m2a	0,253	0,761	30,835	2,121	9,264	0,104	5,402	0,116	2,56E-04	0,200	0,011	0,009
82	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	m2a	0,001	0,022	0,092	0,036	0,023	0,001	0,014	0,001	8,60E-06	0,001	0,002	0,050
83	Occupation, shrub land, sclerophyllous	m2a	0,009	0,040	0,113	0,137	0,003	1,18E-04	0,002	0,014	1,33E-05	0,011	4,72E-04	3,69E-04
84	Occupation, traffic area, rail embankment	m2a	0,014	0,139	0,801	0,778	0,046	0,001	0,018	0,007	2,63E-05	0,013	0,003	0,003
85	Occupation, traffic area, rail network	m2a	0,015	0,153	0,886	0,860	0,050	0,001	0,020	0,008	2,91E-05	0,014	0,004	0,003
86	Occupation, traffic area, road embankment	m2a	0,046	0,378	3,649	2,062	1,203	0,055	0,770	0,178	0,001	0,030	0,052	2,102
87	Occupation, traffic area, road network	m2a	0,137	0,867	1,984	4,524	0,387	0,095	0,276	0,165	0,004	0,160	0,009	0,021
88	Occupation, urban, discontinuously built	mm2a	10,679	61,991	4,580	272,072	148,977	5,486	95,507	10,428	0,070	15,064	59,136	314,818
89	Occupation, water bodies, artificial	m2a	0,490	1,081	3,343	2,914	2,165	0,027	1,267	0,188	4,52E-04	0,180	0,020	0,040
90	Occupation, water courses, artificial	m2a	0,206	0,484	2,250	1,457	0,223	0,007	0,148	0,078	1,99E-04	0,694	0,008	0,011
91	Oil, crude, in ground	kg	740,254	1368,076	534,252	593,478	48,641	1,955	34,960	100,835	0,143	24,168	24,512	1,684
92	Olivine, in ground	g	2,141	4,256	0,410	0,445	0,002	9,82E-05	0,002	0,781	3,74E-06	1,17E-04	0,065	9,38E-05
93	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	mg	0,021	0,236	0,809	1,616	0,038	0,006	0,025	0,015	2,33E-04	0,029	0,002	0,004
94	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	mg	0,050	0,567	1,943	3,884	0,090	0,014	0,061	0,037	0,001	0,069	0,004	0,009
95	Peat, in ground	kg	560,282	1,075	101,292	0,122	0,046	0,001	0,029	0,025	4,26E-06	0,001	0,070	0,111
96	Phosphorus, 18% in apatite, 12%	g	0,220	92,369	27,993	146,262	0,542	0,023	0,356	0,518	0,001	0,194	0,022	0,692
97	Phosphorus, 18% in apatite, 4%	g	0,471	211,364	63,147	333,184	1,043	0,044	0,681	0,235	0,002	0,421	0,021	1,348
98	Praseodymium, 0.42% in bastnasite, 0.042%	pg	5,45E-07	4,16E-05	0,001	0,021	3,64E-07	3,79E-08	2,43E-07	1,38E-05	2,20E-09	3,01E-07	1,99E-08	2,56E-07
99	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	µg	4,497	10,281	33,715	27,842	2,222	0,207	1,414	1,689	0,004	0,813	0,177	0,184
100	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	µg	16,121	36,854	120,865	99,809	7,966	0,744	5,069	6,054	0,014	2,915	0,635	0,659
101	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	µg	1,067	2,705	12,385	11,841	0,949	0,142	0,615	0,402	0,003	0,626	0,042	0,062
102	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	µg	3,343	8,473	38,792	37,086	2,973	0,444	1,925	1,259	0,008	1,961	0,130	0,194
103	Rhenium, in crude ore, in ground	µg	1,198	4,152	13,955	15,610	1,526	0,598	1,044	0,264	0,005	0,812	0,028	0,117
104	Samarium, 0.3% in bastnasite, 0.03% in crude ore, in ground	pg	-8,17E-08	-5,44E-08	-3,91E-07	-2,23E-07	-5,26E-08	-2,33E-09	-3,90E-08	-9,25E-09	-8,36E-11	-1,66E-08	-4,09E-09	-1,01E-08
105	Sand, unspecified, in ground	kg	0,371	5,402	0,019	53628,500	3,03E-04	1,28E-05	2,26E-04	24,085	3,40E-07	5,04E-05	0,003	2,57E-05

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
106	Shale, in ground	g	15,665	30,194	3,418	3,641	0,014	0,001	0,015	1,779	2,37E-05	0,001	0,483	0,001
107	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	mg	0,251	19,248	45,800	133,707	0,457	0,013	0,374	0,879	0,013	0,295	0,087	0,181
108	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te	mg	0,181	13,734	32,681	95,384	0,326	0,009	0,267	0,628	0,009	0,210	0,062	0,129
109	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	mg	0,017	1,268	3,017	8,806	0,030	0,001	0,025	0,058	0,001	0,019	0,006	0,012
110	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	mg	0,038	2,895	6,889	20,112	0,069	0,002	0,056	0,132	0,002	0,044	0,013	0,027
111	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	mg	0,037	2,838	6,753	19,714	0,067	0,002	0,055	0,130	0,002	0,043	0,013	0,027
112	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%	mg	0,024	1,873	4,456	13,008	0,044	0,001	0,036	0,086	0,001	0,029	0,008	0,018
113	Sodium chloride, in ground	kg	1,696	80,043	9,067	277,457	0,226	0,046	0,190	21,223	0,002	2,107	0,043	0,198
114	Sodium nitrate, in ground	mg	483,126	0,926	8,278	0,007	3,28E-04	2,23E-05	2,87E-04	0,003	1,21E-06	9,79E-05	0,263	1,18E-05
115	Sodium sulphate, various forms, in ground	kg	0,887	0,442	28,286	0,695	0,002	8,91E-05	0,001	4,40E-04	2,74E-06	0,001	3,74E-05	0,003
116	Stibnite, in ground	µg	1,007	6,351	11,201	30,717	1,175	0,028	1,127	1,044	0,032	0,498	0,074	0,158
117	Sulfur, in ground	kg	0,130	0,283	0,011	0,022	9,65E-05	5,78E-06	1,37E-04	1,829	2,68E-07	2,71E-05	0,004	1,11E-05
118	Sylvite, 25 % in sylvinite, in ground	kg	0,004	0,011	0,009	1,307	0,001	5,30E-05	0,001	0,002	1,40E-06	2,11E-04	4,26E-04	0,003
119	Talc, in ground	g	0,040	0,324	31,327	17,510	20,208	0,632	12,925	59,870	7,99E-05	0,059	0,077	49,863
120	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4%	mg	0,171	15,140	36,011	105,440	0,351	0,010	0,290	0,684	0,010	0,231	0,068	0,142
121	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag	mg	0,027	2,060	4,902	14,308	0,049	0,001	0,040	0,094	0,001	0,032	0,009	0,019
122	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	g	0,011	8,806	11,238	5,086	0,281	0,013	0,180	0,033	0,001	0,023	0,003	0,008
123	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	kg	0,011	0,831	7,487	267,925	0,007	0,001	0,005	0,276	4,40E-05	0,006	4,29E-04	0,006
124	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	mg	0,003	0,174	0,400	1,244	0,021	0,014	0,016	1,372	0,001	0,007	0,063	0,005
125	Transformation, from arable	cm2	1,985	7,264	9,351	15,503	1,302	0,052	0,812	0,781	0,002	90,903	0,086	0,190
126	Transformation, from arable, non-irrigated	dm2	1,723	7,274	43,986	31,533	13,771	0,600	8,812	2,240	0,014	1,053	4,883	23,925
127	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	cm2	0,038	1,077	294,538	2,364	0,172	0,007	0,108	0,032	4,35E-04	28,415	0,004	0,042
128	Transformation, from dump site, inert material landfill	cm2	1,603	34,984	156,397	78,274	4,343	0,139	2,829	21,174	0,023	3,255	0,269	0,282
129	Transformation, from dump site, residual material landfill	cm2	15,025	41,255	67,462	187,742	1,571	0,074	0,994	7,411	0,004	19,267	0,659	0,170
130	Transformation, from dump site, sanitary landfill	mm2	10,281	51,832	111,893	783,090	21,542	0,638	13,639	8,028	0,004	4,183	0,493	28,333
131	Transformation, from dump site, slag compartment	mm2	150,246	298,462	97,675	64,842	48,437	1,605	30,694	7,338	0,009	0,439	1,082	0,209
132	Transformation, from forest	dm2	3,852	7,033	306,725	53,141	4,731	0,216	3,206	1,459	0,013	3,055	0,119	0,210
133	Transformation, from forest, extensive	dm2	3,220	22,689	232,123	90,655	65,315	1,962	41,195	13,091	0,001	1,945	3,674	91,722
134	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	cm2	0,310	7,189	23,526	11,501	5,518	0,188	3,546	0,139	0,002	1,154	0,482	12,333
135	Transformation, from industrial area	cm2	5,702	13,028	56,426	41,004	2,656	0,191	1,679	2,900	0,002	1,861	0,251	0,161
136	Transformation, from industrial area, benthos	mm2	0,716	2,459	14,163	12,657	0,244	0,069	0,153	0,822	1,55E-04	0,309	0,050	0,029
137	Transformation, from industrial area, built up	mm2	0,168	75,455	22,529	118,906	0,372	0,016	0,243	0,084	0,001	0,150	0,007	0,481
138	Transformation, from industrial area, vegetation	mm2	0,287	128,717	38,431	202,840	0,635	0,027	0,414	0,143	0,001	0,256	0,012	0,821
139	Transformation, from mineral extraction site	dm2	0,502	1,731	269,617	6,477	27,679	0,433	16,182	0,262	0,001	1,646	0,025	0,035
140	Transformation, from pasture and meadow	cm2	45,331	172,204	5,166	554,225	22,711	0,845	14,886	52,958	0,048	77,589	2,214	1,927

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
141	Transformation, from pasture and meadow, intensive	mm2	14,062	59,342	3,589	257,191	112,380	4,894	71,911	18,278	0,115	8,591	39,852	195,250
142	Transformation, from sea and ocean	dm2	0,867	3,105	21,865	20,552	1,028	0,088	0,656	0,820	0,003	1,009	0,057	0,071
143	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	cm2	29,951	105,998	323,759	340,893	17,119	0,551	11,304	33,074	0,030	63,029	1,412	1,325
144	Transformation, from tropical rain forest	cm2	0,310	7,189	23,526	11,501	5,518	0,188	3,546	0,139	0,002	1,154	0,482	12,333
145	Transformation, from unknown	dm2	2,123	13,715	85,462	45,814	113,130	1,321	66,002	1,590	0,022	2,088	0,203	0,555
146	Transformation, to arable	cm2	54,017	132,384	14,198	412,106	52,406	1,583	32,371	28,915	0,009	94,573	2,483	1,431
147	Transformation, to arable, non-irrigated	dm2	1,725	7,280	44,022	31,559	13,782	0,600	8,819	2,242	0,014	1,054	4,887	23,944
148	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	cm2	0,113	2,280	333,370	9,664	11,338	0,009	6,999	0,086	0,001	30,650	0,011	0,050
149	Transformation, to dump site	cm2	28,367	167,788	15,272	333,194	27,486	0,902	17,012	11,569	0,022	28,199	1,308	1,105
150	Transformation, to dump site, benthos	dm2	0,867	3,060	21,802	20,519	1,026	0,088	0,655	0,819	0,003	1,009	0,057	0,071
151	Transformation, to dump site, inert material landfill	cm2	1,603	34,984	156,397	78,274	4,343	0,139	2,829	21,174	0,023	3,255	0,269	0,282
152	Transformation, to dump site, residual material landfill	cm2	15,025	41,255	67,465	187,742	1,571	0,074	0,994	7,411	0,004	19,271	0,659	0,170
153	Transformation, to dump site, sanitary landfill	mm2	10,281	51,832	111,893	783,090	21,542	0,638	13,639	8,028	0,004	4,183	0,493	28,333
154	Transformation, to dump site, slag compartment	mm2	150,246	298,462	97,675	64,842	48,437	1,605	30,694	7,338	0,009	0,439	1,082	0,209
155	Transformation, to forest	dm2	0,284	1,447	9,153	6,457	27,144	0,431	15,854	0,397	0,001	0,654	0,018	0,031
156	Transformation, to forest, intensive	dm2	0,008	0,233	46,830	27,191	32,271	1,002	20,637	0,062	1,16E-04	0,056	0,587	79,875
157	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	cm2	0,310	7,189	23,526	11,501	5,518	0,188	3,546	0,139	0,002	1,154	0,482	12,333
158	Transformation, to forest, intensive, normal	dm2	3,178	22,193	180,307	62,331	32,161	0,933	19,999	12,900	0,001	1,649	3,045	10,358
159	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	cm2	0,310	7,189	23,526	11,501	5,518	0,188	3,546	0,139	0,002	1,154	0,482	12,333
160	Transformation, to heterogeneous, agricultural	cm2	25,461	33,670	256,018	240,533	22,397	1,114	15,641	6,899	0,066	13,442	0,560	1,006
161	Transformation, to industrial area	cm2	39,141	105,922	17,430	269,196	35,868	0,773	22,288	16,432	0,017	29,067	1,991	1,176
162	Transformation, to industrial area, benthos	mm2	5,166	454,899	6,377	322,332	18,670	0,965	12,110	4,036	0,039	4,487	0,341	0,635
163	Transformation, to industrial area, built up	dm2	6,431	3,435	9,975	5,574	0,273	0,004	0,170	0,251	1,87E-04	0,396	0,052	0,018
164	Transformation, to industrial area, vegetation	cm2	4,245	57,264	11,895	200,578	93,888	0,890	55,884	6,162	0,019	11,300	1,142	1,355
165	Transformation, to mineral extraction site	dm2	4,364	11,532	335,192	73,257	95,566	1,268	56,122	1,994	0,029	4,983	0,183	0,589
166	Transformation, to pasture and meadow	cm2	1,244	11,800	32,907	33,067	0,434	0,104	0,275	1,307	3,01E-04	0,477	0,082	0,093
167	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	cm2	0,176	3,128	13,010	5,024	3,170	0,108	2,037	0,079	0,001	0,106	0,278	7,092
168	Transformation, to sea and ocean	mm2	0,716	2,459	14,163	12,657	0,244	0,069	0,153	0,822	1,55E-04	0,309	0,050	0,029
169	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	cm2	18,233	79,742	225,955	274,495	6,614	0,235	4,267	28,739	0,027	22,568	0,944	0,738
170	Transformation, to traffic area, rail embankment	cm2	0,325	3,228	18,648	18,104	1,060	0,016	0,411	0,167	0,001	0,297	0,077	0,062
171	Transformation, to traffic area, rail network	cm2	0,357	3,548	20,497	19,899	1,166	0,018	0,452	0,184	0,001	0,327	0,085	0,068
172	Transformation, to traffic area, road embankment	cm2	3,206	24,723	258,326	121,830	85,394	3,049	54,232	13,392	0,020	1,841	4,008	141,855
173	Transformation, to traffic area, road network	cm2	17,954	85,518	8,529	281,087	60,188	1,748	37,360	20,665	0,084	18,627	0,851	0,895
174	Transformation, to unknown	cm2	4,933	25,429	248,408	106,378	53,460	0,108	33,060	2,277	0,007	1,746	0,252	0,228
175	Transformation, to urban, discontinuously built	mm2	0,213	1,235	9,124	5,420	2,968	0,109	1,902	0,208	0,001	0,300	1,178	6,271

NO	MADDELER	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
176	Transformation, to water bodies, artificial	dm2	0,409	1,467	4,614	6,283	19,800	0,198	11,539	0,238	0,004	0,238	0,025	0,103
177	Transformation, to water courses, artificial	cm2	24,751	57,395	251,818	164,989	25,506	0,760	16,902	9,293	0,019	84,141	0,998	1,269
178	Ulexite, in ground	kg	7,24E-05	1,54E-04	4,03E-04	3,54E-04	2,06E-05	8,02E-07	1,28E-05	2,397	1,24E-08	3,79E-06	2,84E-06	2,02E-06
179	Uranium, in ground	g	8,158	16,656	22,465	17,713	1,906	0,075	1,198	3,913	0,001	1,178	0,530	0,102
180	Vermiculite, in ground	mg	3,737	12,281	269,087	204,958	54,794	0,165	33,676	1,924	0,007	2,512	0,568	0,250
181	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	cm3	7,970	16,355	45,198	35,050	3,920	0,154	2,460	2,906	0,002	2,370	0,309	0,209
182	Volume occupied, final repository for radioactive waste	cm3	2,016	4,126	11,362	8,800	0,932	0,037	0,584	0,735	3,89E-04	0,605	0,078	0,053
183	Volume occupied, reservoir	m3y	4,564	9,545	30,216	22,581	3,986	0,149	2,402	1,699	0,002	4,930	0,184	0,444
184	Volume occupied, underground deposit	l	4,918	9,426	0,320	1,492	0,005	0,001	0,012	1,384	1,77E-05	0,003	0,076	0,001
185	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	m3	116,960	258,314	69,229	109,628	3,150	0,122	2,007	57,543	0,002	4,681	2,822	1,705
186	Water, lake	l	3,905	12,882	308,575	212,629	57,511	0,173	35,351	2,084	0,007	2,655	0,596	0,263
187	Water, river	m3	2,208	4,572	12,873	8,561	0,960	0,032	0,602	0,661	4,40E-04	0,620	0,095	0,053
188	Water, salt, ocean	m3	0,611	1,227	1,873	1,554	0,110	0,006	0,069	0,146	6,83E-05	0,085	0,016	0,007
189	Water, salt, sole	l	27,417	32,156	280,030	269,736	28,898	1,171	20,006	5,149	0,090	17,979	0,491	1,212
190	Water, turbine use, unspecified natural origin	m3	1983,794	4425,075	16263,134	11094,136	1725,824	52,156	1153,349	733,495	0,622	6510,437	79,255	101,197
191	Water, unspecified natural origin/m3	m3	3,747	17,792	11,518	11,220	5,763	0,056	3,426	13,211	0,001	0,186	0,066	0,387
192	Water, well, in ground	m3	0,403	0,907	74,970	2,413	0,288	0,006	0,211	0,151	1,34E-04	0,130	0,017	0,009
193	Wood, hard, standing	l	2,200	4,951	30,606	11,530	2,601	0,075	1,611	1,562	4,07E-04	0,644	0,712	0,170
194	Wood, primary forest, standing	cm3	0,321	7,444	24,358	11,908	5,713	0,194	3,672	0,143	2,18E-03	1,195	0,499	12,769
195	Wood, soft, standing	l	5,173	18,902	117,541	70,572	46,525	1,436	29,366	9,925	0,001	0,736	2,958	68,246
196	Wood, unspecified, standing/m3	cm3	54,341	104,253	0,842	3,384	0,011	0,001	0,026	27,801	2,77E-05	0,002	0,221	0,002
197	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	g	18,304	249,514	362,890	513,698	23,765	0,676	14,962	12,366	0,081	2,567	11,067	16,958
198	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	mg	0,096	20,543	48,783	144,440	0,436	0,012	0,369	0,890	0,014	0,311	0,088	0,193

Isı Yalıtım Uygulamaları Üretim Süreci Envanter Verileri / ÇIKTILAR

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
1	1-Propanol	Havaya	µg	7,33	14,88	39,51	30,90	2,49	0,10	1,55	2,67	9,54E-04	0,37	0,28	0,13
2	1,4-Butanediol	Havaya	µg	0,04	5,00	11,89	35,06	0,11	3,09E-03	0,09	0,22	3,39E-03	0,08	0,02	0,05
3	2-Propanol	Havaya	mg	0,36	93,06	220,95	655,17	1,95	0,05	1,66	4,01	0,06	1,41	0,40	0,87
4	Acenaphthene	Havaya	µg	0,67	2,90	3,64	2,81	0,18	7,14E-03	0,11	0,25	6,83E-05	0,19	0,03	0,01
5	Acetaldehyde	Havaya	g	0,35	0,33	1,07	5,74	0,15	0,19	0,23	0,14	3,65E-03	0,06	8,78E-03	0,05
6	Acetic acid	Havaya	g	1,39	1,05	21,40	655,03	0,16	0,03	0,32	2,47	2,50E-04	0,18	0,02	0,07
7	Acetone	Havaya	g	0,34	0,30	0,92	1,34	0,03	3,39E-03	0,02	0,04	9,00E-05	0,03	4,62E-03	0,01
8	Acetonitrile	Havaya	mg	0,03	0,78	2,56	1,25	0,60	0,02	0,39	0,02	2,29E-04	0,13	0,05	1,34
9	Acrolein	Havaya	mg	0,04	0,99	0,50	2,66	0,14	1,97E-03	0,09	0,02	5,56E-05	0,01	1,88E-03	5,09E-03
10	Acrylic acid	Havaya	mg	9,48E-04	0,24	0,57	1,70	5,06E-03	1,39E-04	4,29E-03	0,01	1,64E-04	3,64E-03	1,02E-03	2,26E-03
11	Actinides, radioactive, unspecified	Havaya	mBq	64,10	6,22	392,08	332,72	35,61	1,40	22,43	23,94	0,02	23,14	2,57	2,50
12	Aerosols, radioactive, unspecified	Havaya	Bq	1,70	3,65	9,45	7,28	0,66	0,03	0,41	0,62	2,66E-04	0,58	0,07	0,05
13	Aldehydes, unspecified	Havaya	mg	3,29	31,73	28,59	316,47	1,90	0,13	3,27	388,67	2,51E-03	1,58	0,63	0,28
14	Aluminum	Havaya	g	6,86	34,07	421,60	93,50	13,49	1,34	9,15	2,73	5,77E-03	10,26	0,33	0,29
15	Ammonia	Havaya	g	4,17	38,98	6,97	96,57	23,92	0,66	15,19	5,82	7,06E-03	5,54	0,47	1,13
16	Ammonium carbonate	Havaya	mg	0,12	0,26	37,97	6,62	0,06	3,38E-03	0,04	0,17	4,39E-05	0,47	5,72E-03	4,71E-03
17	Antimony	Havaya	mg	2,63	29,17	137,75	67,24	3,58	0,15	2,24	1,18	3,90E-03	4,88	0,13	0,14
18	Antimony-124	Havaya	µBq	7,90	16,50	74,62	62,70	29,02	1,15	18,59	2,91	0,01	0,69	0,30	0,25
19	Antimony-125	Havaya	mBq	0,08	0,17	0,78	0,65	0,30	0,01	0,19	0,03	1,47E-04	7,16E-03	3,17E-03	2,64E-03
20	Argon-41	Havaya	Bq	897,06	1805,29	4809,60	3756,56	283,91	11,09	175,88	326,87	0,11	44,69	34,62	16,00
21	Arsenic	Havaya	mg	48,16	238,31	1,09	504,53	26,67	1,37	16,67	9,33	0,03	37,93	1,06	1,84
22	Arsine	Havaya	ng	0,01	2,81	6,66	19,76	0,06	1,62E-03	0,05	0,12	1,91E-03	0,04	0,01	0,03
23	Barium	Havaya	mg	36,41	81,02	508,45	230,13	11,76	0,44	7,27	13,46	5,53E-03	19,06	1,88	0,91
24	Barium-140	Havaya	mBq	5,36	11,20	50,66	42,56	19,70	0,78	12,62	1,98	9,57E-03	0,47	0,21	0,17
25	Benzal chloride	Havaya	pg	0,58	3,25	67,08	104,14	4,17	0,16	2,71	1,98	0,02	1,16	0,33	2,80
26	Benzaldehyde	Havaya	mg	3,50E-03	0,02	0,15	1,30	0,07	7,51E-04	0,04	2,12E-03	2,57E-05	3,84E-03	2,02E-04	2,13E-03
27	Benzene	Havaya	g	13,44	26,29	224,28	24,22	1,21	0,09	0,87	5,16	1,20E-03	0,52	0,16	0,34
28	Benzene, ethyl-	Havaya	g	3,57	6,73	0,66	0,55	0,07	4,52E-03	0,05	0,05	1,91E-04	0,03	1,12E-03	0,01
29	Benzene, hexachloro-	Havaya	µg	26,83	0,34	1,46	640,32	51,65	1,95	32,84	9,41	0,15	9,99	1,68	1,50
30	Benzene, pentachloro-	Havaya	µg	46,47	100,45	102,36	68,50	58,80	1,80	36,89	3,63	2,22E-03	0,55	1,83	0,06
31	Benzo(a)pyrene	Havaya	mg	4,58	11,57	119,74	24,36	1,71	0,07	1,06	1,70	1,85E-03	55,14	0,18	0,28

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
32	Beryllium	Havaya	mg	0,04	0,34	5,95	2,27	2,06	1,70E-03	1,27	0,02	7,38E-05	0,04	6,19E-03	3,61E-03
33	Boron	Havaya	g	2,49	5,08	13,64	10,58	0,68	0,03	0,42	0,90	2,38E-04	0,87	0,10	0,05
34	Boron trifluoride	Havaya	pg	0,08	20,95	49,74	147,46	0,44	0,01	0,37	0,90	0,01	0,32	0,09	0,20
35	Bromine	Havaya	g	0,27	0,56	1,52	1,15	0,08	2,98E-03	0,05	0,10	2,59E-05	0,11	0,01	0,02
36	Butadiene	Havaya	µg	0,04	2,80	6,71	19,43	0,07	2,98E-03	0,06	0,13	1,89E-03	0,05	0,01	0,03
37	Butane	Havaya	g	4,41	5,62	36,90	35,35	3,40	0,19	2,38	1,31	8,47E-03	1,90	0,10	0,13
38	Butanol	Havaya	ng	0,11	15,51	36,87	108,68	0,34	9,58E-03	0,29	0,68	0,01	0,24	0,07	0,15
39	Butene	Havaya	g	0,08	0,06	0,53	0,50	0,07	2,64E-03	0,05	0,59	1,91E-04	0,03	8,71E-04	2,21E-03
40	Butyrolactone	Havaya	µg	0,01	1,45	3,44	10,15	0,03	8,94E-04	0,03	0,06	9,81E-04	0,02	6,30E-03	0,01
41	Cadmium	Havaya	mg	6,53	78,87	456,22	176,75	11,98	0,44	7,55	3,62	0,01	12,64	0,43	1,30
42	Calcium	Havaya	g	0,82	1,41	6,72	3,54	0,97	0,03	0,62	0,17	9,38E-05	0,05	0,04	1,85
43	Carbon-14	Havaya	Bq	6911,24	13992,68	39345,35	30558,17	3553,92	139,59	2233,10	2519,99	1,51	1987,06	267,63	179,47
44	Carbon dioxide, biogenic	Havaya	kg	23,60	52,86	126,22	86,76	59,20	1,52	37,16	6,77	1,19E-03	1,09	0,98	30,05
45	Carbon dioxide, fossil	Havaya	kg	2101,03	3991,99	8133,82	3065,60	729,04	13,40	490,26	908,62	0,45	192,01	62,01	11,29
46	Carbon dioxide, land transformation	Havaya	g	19,54	51,28	138,43	99,51	13,65	0,49	8,63	7,18	5,33E-03	2,78	1,48	19,45
47	Carbon disulfide	Havaya	g	0,23	7,01	29,09	11,74	0,55	0,04	0,34	0,15	7,98E-04	0,79	0,02	0,04
48	Carbon monoxide, biogenic	Havaya	kg	0,01	0,08	0,83	0,15	0,02	7,78E-04	0,01	5,77E-03	2,85E-05	1,85	1,03E-03	0,02
49	Carbon monoxide, fossil	Havaya	kg	2,64	6,08	8,38	4,76	0,53	0,04	0,53	0,85	1,28E-03	0,11	0,09	0,02
50	Cerium-141	Havaya	mBq	1,30	2,71	12,28	10,32	4,78	0,19	3,06	0,48	2,32E-03	0,11	0,05	0,04
51	Cesium-134	Havaya	µBq	62,26	0,13	0,59	494,14	228,71	9,05	146,54	22,94	0,11	5,41	2,40	1,99
52	Cesium-137	Havaya	mBq	1,10	2,30	10,43	8,76	4,05	0,16	2,60	0,41	1,97E-03	0,10	0,04	0,04
53	Chlorine	Havaya	g	0,68	2,43	1,13	78,86	0,07	2,65E-03	0,05	0,20	2,07E-04	0,05	4,44E-03	0,07
54	Chloroform	Havaya	mg	0,08	0,66	1,51	1,89	0,06	2,19E-03	0,04	0,04	1,62E-04	0,03	3,93E-03	4,09E-03
55	Chlorosilane, trimethyl-	Havaya	µg	0,02	4,33	10,27	30,45	0,09	2,49E-03	0,08	0,19	2,95E-03	0,07	0,02	0,04
56	Chromium	Havaya	g	1,91	4,46	2,96	3,55	0,09	4,29E-03	0,06	0,22	8,94E-05	0,03	0,02	0,01
57	Chromium-51	Havaya	mBq	0,08	22,47	0,79	0,66	0,31	0,01	0,20	0,03	1,49E-04	7,24E-03	3,20E-03	2,67E-03
58	Chromium VI	Havaya	mg	1,56	0,17	62,07	87,52	2,64	0,10	1,64	2,43	1,61E-03	0,94	0,46	0,27
59	Cobalt	Havaya	mg	71,47	54,54	253,71	156,40	9,74	0,88	6,09	7,52	8,37E-03	6,57	0,94	1,18
60	Cobalt-58	Havaya	mBq	0,12	0,24	1,10	0,92	0,43	0,02	0,27	0,04	2,07E-04	0,01	4,46E-03	3,71E-03
61	Cobalt-60	Havaya	mBq	1,02	2,14	9,68	8,13	3,76	0,15	2,41	0,38	1,83E-03	0,09	0,04	0,03
62	Copper	Havaya	g	0,20	0,91	4,02	2,34	0,57	0,02	0,34	0,04	4,78E-04	0,35	4,44E-03	0,02
63	Cumene	Havaya	g	4,32E-03	0,05	289,74	9,24	0,58	0,02	0,42	1,32	5,96E-05	3,46E-03	0,14	5,79E-03

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
64	Cyanide	Havaya	mg	59,35	151,38	133,73	126,01	55,47	1,75	35,06	7,69	6,16E-03	2,78	4,29	2,56
65	Dinitrogen monoxide	Havaya	g	9,90	39,51	66,44	86,21	4,74	0,31	2,96	88,53	0,02	5,36	0,40	1,39
66	Dioxins	Havaya	µg	0,18	0,68	2,49	1,33	0,88	7,69E-03	0,54	0,03	1,59E-04	0,04	7,95E-03	0,03
67	Ethane	Havaya	g	6,47	17,65	134,06	84,90	2,65	0,41	1,72	5,14	3,54E-03	2,74	0,35	0,22
68	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Havaya	mg	0,21	4,56	1,13	0,88	0,07	2,78E-03	0,04	0,08	2,73E-05	0,01	8,09E-03	3,76E-03
69	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Havaya	µg	0,62	60,12	3,78	3,21	0,34	0,01	0,22	0,23	2,12E-04	0,22	0,02	0,02
70	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Havaya	mg	0,16	4,69	1,00	0,90	0,08	3,21E-03	0,05	0,06	5,24E-05	0,07	6,43E-03	5,16E-03
71	Ethane, 1,1,2-trichloro-trifluoro-, CFC-113	Havaya	µg	0,04	241,79	27,14	80,45	0,24	6,59E-03	0,20	0,49	7,79E-03	0,17	0,05	0,11
72	Ethane, 1,2-dichloro-	Havaya	g	2,09E-03	349,90	0,10	0,55	1,82E-03	2,74E-04	4,66E-03	1,98	0,00	9,83E-03	3,06E-04	4,37E-04
73	Ethane,-dichloro-tetrafluoro-,CFC-114	Havaya	mg	2,79	6,05	16,10	12,46	1,51	0,06	0,95	1,02	6,49E-04	1,00	0,11	0,08
74	Ethane, 2-chloro-tetrafluoro-,HCFC-124	Havaya	g	x	241,79	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
75	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Havaya	mg	0,72	19,69	244,98	46,80	1,89	0,12	1,21	0,60	9,05E-03	563,65	0,07	0,26
76	Ethanol	Havaya	g	0,64	0,28	1,05	0,89	0,04	5,98E-03	0,02	0,05	1,91E-05	0,06	6,16E-03	8,99E-03
77	Ethene	Havaya	g	4,59	9,37	70,04	100,80	0,25	9,92E-03	0,21	1,06	7,38E-04	0,25	0,04	0,03
78	Ethene, chloro-	Havaya	g	1,06E-03	182,62	0,07	0,13	1,07E-03	1,51E-04	1,38E-03	1,00	0,00	7,21E-03	1,40E-04	1,24E-04
79	Ethene, tetrachloro-	Havaya	µg	1,51	129,97	9,18	7,91	0,80	0,03	0,50	0,56	5,06E-04	0,49	0,06	0,06
80	Ethyl acetate	Havaya	g	2,33E-03	0,43	1,03	3,04	9,28E-03	2,57E-04	7,83E-03	0,02	2,94E-04	6,56E-03	1,86E-03	4,07E-03
81	Ethyl cellulose	Havaya	mg	3,42E-03	0,87	2,08	6,15	0,02	5,04E-04	0,02	0,04	5,96E-04	0,01	3,71E-03	8,21E-03
82	Ethylene diamine	Havaya	µg	0,06	0,45	2,39	1,87	0,12	7,57E-03	0,10	0,52	1,60E-03	0,06	1,08	8,43E-03
83	Ethylene oxide	Havaya	mg	0,07	1,03	110,87	650,86	2,16	0,03	2,11	12,92	8,82E-04	0,05	5,87E-03	0,08
84	Ethyne	Havaya	g	3,95E-03	103,37	4,51	81,66	7,38E-03	2,40E-04	4,66E-03	3,03E-03	1,37E-05	9,85E-03	1,89E-03	4,01E-03
85	Fluorine	Havaya	mg	27,84	106,47	170,41	84,27	10,30	0,45	6,50	286,13	4,31E-03	3,77	0,41	15,93
86	Fluosilicic acid	Havaya	mg	0,83	22,08	284,10	48,19	2,19	0,14	1,39	0,66	9,95E-03	658,75	0,08	0,29
87	Formaldehyde	Havaya	g	1,23	1,57	1,09	9,87	1,06	0,38	0,89	0,44	6,81E-03	0,51	0,05	0,11
88	Formic acid	Havaya	mg	0,23	5,77	18,39	12,17	4,02	0,14	2,59	0,12	1,90E-03	0,85	0,35	8,97
89	Furan	Havaya	mg	0,06	1,48	4,86	2,37	1,14	0,04	0,73	0,03	4,35E-04	0,24	0,10	2,55
90	Heat, waste	Havaya	MJ	35496,58	67939,35	94298,35	49450,44	6034,89	246,42	3802,50	12837,22	6,86	3107,87	1019,29	557,87
91	Helium	Havaya	g	0,49	0,17	1,61	1,45	0,31	0,01	0,23	0,03	7,84E-04	0,08	2,18E-03	5,95E-03
92	Heptane	Havaya	g	0,79	0,59	5,28	5,01	0,66	0,03	0,48	0,09	1,91E-03	0,32	8,70E-03	0,02
93	Hexane	Havaya	g	2,40	2,80	15,31	13,77	1,65	0,07	1,16	0,47	4,16E-03	0,91	0,05	0,12
94	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Havaya	g	3,67	7,03	573,91	0,12	1,59E-03	6,76E-05	1,81E-03	0,22	0,00	1,14E-04	3,17E-04	6,32E-04
95	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes	Havaya	g	2,31	6,45	35,94	297,51	1,18	0,11	0,74	2,07	2,80E-03	0,76	0,07	0,36

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
96	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Havaya	g	0,62	1,22	6,06	3,12	0,57	0,03	0,36	0,22	7,39E-05	0,21	0,03	0,99
97	Hydrocarbons, aromatic	Havaya	g	18,92	37,56	12,00	14,02	0,23	0,03	0,16	3,13	7,70E-04	0,10	1,04	0,02
98	Hydrocarbons, chlorinated	Havaya	g	0,45	138,61	0,06	0,53	3,84E-03	7,99E-05	2,36E-03	2,06	0,00	4,34E-04	4,65E-04	2,45E-04
99	Hydrogen	Havaya	g	39,76	134,90	10,97	153,95	0,36	0,02	0,26	34,67	4,86E-04	0,76	1,31	0,31
100	Hydrogen-3, Tritium	Havaya	Bq	40080,10	83021,22	223976,10	173101,81	16865,43	661,11	10543,37	14610,28	6,91	12329,25	1552,79	1051,61
101	Hydrogen chloride	Havaya	g	58,03	127,53	233,30	125,36	9,95	0,22	6,13	37,22	3,60E-03	7,13	2,75	0,48
102	Hydrogen fluoride	Havaya	g	5,06	17,32	42,54	18,00	1,04	0,04	0,64	2,44	7,33E-04	13,78	0,22	0,09
103	Hydrogen peroxide	Havaya	mg	2,95E-03	0,65	1,54	4,56	0,01	3,79E-04	0,01	0,03	4,41E-04	9,82E-03	2,77E-03	6,09E-03
104	Hydrogen sulfide	Havaya	g	0,58	2,69	70,62	11,33	0,26	0,06	0,16	0,65	5,32E-04	0,39	0,05	0,03
105	Iodine	Havaya	mg	145,52	0,30	0,79	609,48	36,93	1,44	22,63	53,04	0,01	54,22	5,66	2,87
106	Iodine-129	Havaya	Bq	7,01	14,18	39,27	30,40	3,07	0,12	1,92	2,56	1,27E-03	2,05	0,27	0,18
107	Iodine-131	Havaya	Bq	355,11	714,75	1899,71	1483,20	108,94	4,25	67,41	129,39	0,04	17,65	13,70	6,32
108	Iodine-133	Havaya	mBq	14,38	836,17	107,71	89,96	27,87	1,10	17,81	5,29	0,01	3,41	0,56	0,44
109	Iodine-135	Havaya	mBq	17,29	1,78	102,23	84,75	9,37	0,37	5,90	6,36	4,77E-03	6,18	0,68	0,50
110	Iron	Havaya	g	1,47	0,64	12,60	3,70	0,08	0,02	0,05	0,04	1,91E-04	0,10	0,02	0,01
111	Isocyanic acid	Havaya	mg	2,86	6,69	23,62	17,60	1,38	0,04	0,78	1,06	6,08E-04	0,88	0,13	0,08
112	Isoprene	Havaya	µg	2,97	68,89	225,41	110,20	52,87	1,80	33,98	1,33	0,02	11,06	4,62	118,16
113	Krypton-85	Havaya	Bq	2807,79	5650,83	15069,74	11772,32	901,55	35,23	558,82	1023,11	0,34	140,02	108,35	50,12
114	Krypton-85m	Havaya	Bq	122,25	251,85	969,93	800,56	297,13	11,75	190,07	44,85	0,14	8,94	4,71	3,27
115	Krypton-87	Havaya	Bq	51,34	104,61	344,72	278,74	73,33	2,90	46,75	18,78	0,03	3,19	1,98	1,16
116	Krypton-88	Havaya	Bq	49,42	101,17	357,16	291,56	91,39	3,61	58,37	18,10	0,04	3,30	1,90	1,20
117	Krypton-89	Havaya	Bq	11,88	24,65	103,13	85,94	36,15	1,43	23,15	4,37	0,02	0,95	0,46	0,35
118	Lanthanum-140	Havaya	mBq	0,46	0,96	4,33	3,64	1,68	0,07	1,08	0,17	8,18E-04	0,04	0,02	0,01
119	Lead	Havaya	g	0,49	1,18	4,18	1,87	0,13	6,98E-03	0,08	0,04	1,84E-04	0,11	4,46E-03	0,02
120	Lead-210	Havaya	Bq	37,36	81,30	220,26	187,58	11,52	0,45	7,11	13,73	4,65E-03	19,40	1,58	0,83
121	m-Xylene	Havaya	mg	7,27	15,98	65,77	44,94	17,94	0,57	11,41	2,94	8,10E-04	0,41	0,63	37,91
122	Magnesium	Havaya	g	0,11	0,47	9,92	2,75	0,17	5,33E-03	0,11	0,03	6,73E-05	0,07	0,01	0,12
123	Manganese	Havaya	mg	31,52	185,75	0,87	405,80	39,78	1,63	25,14	13,38	0,03	21,26	1,95	54,71
124	Manganese-54	Havaya	µBq	42,66	89,08	0,40	338,58	156,71	6,20	100,41	15,72	0,08	3,71	1,64	1,37
125	Mercury	Havaya	mg	22,62	105,88	308,05	327,71	31,59	0,38	19,66	9,58	0,02	7,24	0,99	0,86
126	Methane, biogenic	Havaya	g	47,17	100,53	43,83	313,55	4,69	0,16	2,95	20,87	9,96E-04	2,57	3,85	6,38
127	Methane, bromo-, Halon 1001	Havaya	pg	0,13	743,42	15,34	23,82	0,95	0,04	0,62	0,45	4,78E-03	0,26	0,08	0,64

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
128	Methane, bromochlorodifluoro-Halon 1211	Havaya	mg	1,21	4,08	23,04	20,63	0,41	0,11	0,26	1,34	2,69E-04	0,50	0,08	0,05
129	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Havaya	mg	2,95	1,71	15,42	14,49	2,22	0,09	1,63	0,26	6,24E-03	0,90	0,02	0,06
130	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Havaya	mg	744,32	1,43	89,80	81,03	1,97	0,40	1,23	5,30	1,36E-03	1,82	0,36	0,20
131	Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Havaya	mg	x	x	x	357,52	x	x	x	x	x	x	x	x
132	Methane, dichloro-, HCC-30	Havaya	mg	1,99	4,68	143,26	0,23	7,31E-03	3,50E-04	5,45E-03	0,48	0,00	7,77E-03	1,12E-03	5,71E-04
133	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Havaya	mg	6,93E-03	3,92	0,22	0,29	3,18E-03	4,30E-04	2,13E-03	76,87	2,12E-05	2,37E-03	5,17E-04	7,34E-04
134	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Havaya	ng	3,17	80,33	192,81	536,77	2,64	0,08	2,00	4,26	0,05	1,28	0,43	0,75
135	Methane, fossil	Havaya	kg	21,25	41,27	20,07	7,97	0,67	0,02	0,45	4,13	6,69E-04	0,33	0,48	0,02
136	Methane, monochloro-, R-40	Havaya	µg	16,52	1,59	101,40	86,81	9,16	0,36	5,77	6,18	5,76E-03	5,92	0,66	0,64
137	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Havaya	mg	0,08	24,11	5,38	226,83	0,08	4,38E-03	0,09	0,48	3,08E-04	0,08	6,04E-03	0,03
138	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Havaya	g	6,39E-03	0,17	2,19	0,37	0,02	1,11E-03	0,01	5,05E-03	7,66E-05	5,07	6,33E-04	2,24E-03
139	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Havaya	ng	5,14	0,13	0,31	871,41	4,29	0,13	3,24	6,92	0,08	2,07	0,70	1,22
140	Methane, trifluoro-, HFC-23	Havaya	µg	1,01	25,56	61,35	170,79	0,84	0,03	0,64	1,36	0,02	0,41	0,14	0,24
141	Methanol	Havaya	g	1,02	0,52	199,82	268,27	0,13	0,02	0,23	1,68	1,58E-04	0,07	0,01	0,04
142	Methyl acrylate	Havaya	mg	1,08E-03	0,27	0,65	1,92	5,74E-03	1,57E-04	4,87E-03	0,01	1,86E-04	4,13E-03	1,16E-03	2,57E-03
143	Methyl amine	Havaya	µg	3,80E-03	0,52	1,24	3,66	0,01	3,22E-04	9,62E-03	0,02	3,54E-04	7,93E-03	2,27E-03	4,90E-03
144	Methyl borate	Havaya	pg	0,36	92,24	218,99	649,24	1,94	0,05	1,64	3,98	0,06	1,40	0,39	0,87
145	Methyl ethyl ketone	Havaya	g	2,33E-03	0,43	1,03	3,04	9,28E-03	2,57E-04	7,83E-03	0,02	2,94E-04	6,56E-03	1,86E-03	4,07E-03
146	Methyl formate	Havaya	µg	4,04E-03	1,06	2,52	7,46	0,02	6,09E-04	0,02	0,05	7,22E-04	0,02	4,50E-03	9,95E-03
147	Molybdenum	Havaya	mg	18,82	13,33	57,36	38,50	2,16	0,20	1,37	2,33	2,51E-03	2,05	0,29	0,47
148	Monoethanolamine	Havaya	mg	0,59	628,68	55,90	93,36	1,03	0,02	0,69	1,20	9,23E-03	0,52	0,69	0,15
149	Nickel	Havaya	g	4,37	7,25	4,72	2,46	0,10	0,01	0,06	0,30	1,53E-04	0,15	9,60E-03	0,02
150	Niobium-95	Havaya	µBq	5,06	10,58	47,84	40,19	18,60	0,74	11,92	1,87	9,04E-03	0,44	0,19	0,16
151	Nitrate	Havaya	mg	0,30	1,49	17,77	3,90	0,59	0,06	0,40	0,12	2,53E-04	0,46	0,01	0,01
152	Nitrogen oxides	Havaya	kg	3,94	8,24	16,53	8,73	1,19	0,03	0,80	1,67	3,96E-03	0,40	0,13	0,06
153	NMOC,non-methane volatile organic com.	Havaya	kg	3,57	6,81	2,71	1,74	0,18	9,74E-03	0,13	0,51	5,79E-04	0,05	0,14	9,74E-03
154	Noble gases, radioactive, unspecified	Havaya	kBq	67356,61	136257,67	377333,64	292086,03	29483,92	1156,25	18452,13	24553,47	12,16	19690,32	2608,75	1739,16
155	Ozone	Havaya	g	2,39	4,99	13,71	10,37	0,98	0,04	0,61	0,87	4,00E-04	1,56	0,09	0,07
156	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Havaya	g	0,02	0,12	1,10	0,39	0,02	1,58E-03	0,01	0,01	5,85E-05	1,78	1,13E-03	5,25E-03
157	Paraffins	Havaya	µg	8,25E-03	0,92	2,63	1,06	0,12	1,45E-03	0,07	0,06	1,23E-04	0,01	0,01	5,29E-03
158	Particulates, < 2.5 µm	Havaya	kg	0,23	0,54	7,59	0,66	0,06	0,01	0,04	0,14	1,59E-04	0,10	8,30E-03	9,31E-03
159	Particulates, > 10 µm	Havaya	kg	0,36	0,98	33,22	1,49	0,20	0,11	0,13	0,20	1,44E-04	0,25	0,01	5,99E-03

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
160	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Havaya	kg	0,27	0,75	22,31	0,92	0,07	0,04	0,05	0,20	9,16E-05	0,15	9,90E-03	2,29E-03
161	Pentane	Havaya	kg	9,48	8,62	46,56	0,04	4,36E-03	2,34E-04	3,05E-03	1,76E-03	1,07E-05	2,34E-03	1,55E-04	1,72E-04
162	Phenol	Havaya	g	7,64E-04	0,05	604,56	0,43	0,43	0,01	0,27	0,54	1,23E-05	1,07E-03	0,11	3,59E-04
163	Phenol, pentachloro-	Havaya	mg	1,93	3,88	10,25	8,00	0,57	0,02	0,35	0,70	2,06E-04	0,10	0,07	0,04
164	Phosphine	Havaya	µg	8,20E-04	0,21	0,49	1,47	4,37E-03	1,20E-04	3,71E-03	8,98E-03	1,42E-04	3,15E-03	8,85E-04	1,95E-03
165	Phosphorus	Havaya	mg	34,52	75,93	331,21	159,82	48,18	1,53	30,62	8,33	3,39E-03	2,21	1,83	94,82
166	Platinum	Havaya	ng	96,46	196,97	0,52	411,30	37,02	1,45	23,11	35,15	0,01	4,85	3,72	1,77
167	Plutonium-238	Havaya	µBq	0,96	1,93	5,36	4,15	0,42	0,02	0,26	0,35	1,73E-04	0,28	0,04	0,02
168	Plutonium-alpha	Havaya	µBq	2,19	4,43	12,28	9,51	0,96	0,04	0,60	0,80	3,96E-04	0,64	0,08	0,06
169	Polonium-210	Havaya	Bq	65,93	141,09	388,89	330,71	19,89	0,77	12,28	24,24	8,00E-03	34,73	2,80	1,46
170	Polychlorinated biphenyls	Havaya	mg	0,02	0,53	2,43	1,06	0,05	2,15E-03	0,03	0,02	2,59E-04	0,02	1,71E-03	2,75E-03
171	Potassium	Havaya	g	1,54	3,42	16,06	9,66	3,56	0,11	2,27	0,58	1,80E-04	0,12	0,13	7,39
172	Potassium-40	Havaya	Bq	8,38	20,10	50,10	43,15	2,31	0,09	1,42	3,09	9,25E-04	5,00	0,36	0,19
173	Propanal	Havaya	mg	7,27E-03	0,03	0,17	1,32	0,07	8,01E-04	0,04	3,49E-03	2,62E-05	4,03E-03	3,47E-04	2,20E-03
174	Propane	Havaya	g	5,21	8,18	64,05	47,62	3,48	0,24	2,44	2,06	8,66E-03	2,16	0,15	0,17
175	Propene	Havaya	g	3,43	6,48	112,96	49,50	0,37	0,01	0,27	1,58	4,88E-04	0,09	0,08	0,02
176	Propionic acid	Havaya	mg	13,54	47,77	219,33	242,91	4,29	1,39	2,69	16,15	2,73E-03	5,48	0,99	0,51
177	Propylene oxide	Havaya	g	2,80E-04	8,81E-03	0,01	57,28	1,35E-03	2,34E-05	1,23E-03	8,97E-04	6,93E-05	5,44E-04	7,86E-05	2,85E-04
178	Protactinium-234	Havaya	Bq	0,95	2,33	5,39	4,18	0,47	0,02	0,29	0,35	1,98E-04	0,29	0,04	0,03
179	Radioactive species, other beta emitters	Havaya	Bq	15,58	98,10	173,10	474,26	18,15	0,43	17,40	16,13	0,49	7,70	1,14	2,43
180	Radium-226	Havaya	Bq	40,02	86,58	230,06	186,45	17,94	0,70	11,23	14,62	7,53E-03	14,27	1,59	1,04
181	Radium-228	Havaya	Bq	3,51	10,04	38,15	54,06	1,35	0,05	0,83	1,44	7,59E-04	2,73	0,33	0,18
182	Radon-220	Havaya	Bq	380,14	824,85	2099,11	1588,12	103,47	4,04	63,65	138,61	0,04	215,56	14,72	8,60
183	Radon-222	Havaya	kBq	125498,27	259025,90	712213,22	552060,40	61767,22	2424,98	38770,79	45761,10	26,07	38241,42	4861,78	3318,13
184	Ruthenium-103	Havaya	µBq	1,11	2,32	10,51	8,83	4,09	0,16	2,62	0,41	1,99E-03	0,10	0,04	0,04
185	Scandium	Havaya	µg	9,53	0,11	5,84	888,67	14,66	0,48	9,24	7,29	0,03	24,00	4,22	2,53
186	Selenium	Havaya	mg	42,91	70,26	247,20	158,54	9,08	0,54	5,66	8,65	7,93E-03	12,39	0,95	0,81
187	Silicon	Havaya	g	0,75	2,47	40,93	11,88	0,78	0,02	0,49	0,11	3,39E-04	1,92	0,06	0,03
188	Silicon tetrafluoride	Havaya	mg	3,56E-03	1,60	0,48	2,52	7,88E-03	3,36E-04	5,14E-03	1,77E-03	1,17E-05	3,18E-03	1,54E-04	0,01
189	Silver	Havaya	µg	706,07	1,36	190,23	146,57	11,49	0,46	7,17	13,71	4,43E-03	1,69	1,30	0,61
190	Silver-110	Havaya	µBq	11,03	23,03	104,17	87,52	40,51	1,60	25,95	4,06	0,02	0,96	0,42	0,35
191	Sodium	Havaya	g	1,64	0,87	4,09	2,10	0,38	0,02	0,24	0,11	1,37E-04	0,07	0,03	0,43

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
192	Sodium chlorate	Havaya	mg	0,12	17,58	1,62	27,76	0,13	5,21E-03	0,08	0,06	1,35E-04	0,06	0,02	0,11
193	Sodium dichromate	Havaya	mg	0,70	1,49	4,83	3,21	0,31	0,02	0,19	0,25	2,07E-04	2,66	0,03	0,05
194	Sodium formate	Havaya	mg	1,49E-03	0,06	16,65	9,65	11,51	0,36	7,36	2,57E-03	0,00	7,13E-03	3,87E-04	28,52
195	Sodium hydroxide	Havaya	mg	0,01	2,42	5,74	17,00	0,05	1,40E-03	0,04	0,10	1,65E-03	0,04	0,01	0,02
196	Strontium	Havaya	mg	35,38	81,47	524,26	266,42	10,51	0,39	6,47	13,40	5,76E-03	20,39	1,95	0,99
197	Styrene	Havaya	g	29,61	182,42	29,10	0,02	9,43E-04	1,54E-05	6,81E-04	0,01	0,00	7,98E-05	1,13E-04	4,88E-05
198	Sulfate	Havaya	g	0,85	863,66	10,89	59,03	0,83	0,03	0,53	3,31	1,24E-03	0,94	0,04	0,87
199	Sulfur dioxide	Havaya	kg	6,18	14,22	24,65	7,81	0,62	0,02	0,40	2,45	5,10E-04	0,77	0,18	0,05
200	Sulfur hexafluoride	Havaya	mg	36,35	76,14	189,70	150,73	12,13	0,47	7,46	13,24	4,46E-03	3,43	1,40	0,91
201	Sulfuric acid	Havaya	mg	2,62E-03	0,51	1,20	3,56	0,01	3,00E-04	9,15E-03	0,02	3,44E-04	7,68E-03	2,17E-03	4,76E-03
202	t-Butyl methyl ether	Havaya	mg	0,05	0,60	3,89	1,86	0,94	4,10	0,59	0,23	4,32E-04	0,03	0,05	0,43
203	Terpenes	Havaya	mg	0,03	0,65	2,13	1,04	0,50	0,02	0,32	0,01	1,91E-04	0,10	0,04	1,12
204	Thallium	Havaya	mg	0,06	0,26	10,40	5,36	8,79	1,73E-03	5,43	0,04	1,23E-04	0,04	8,06E-03	3,99E-03
205	Thorium	Havaya	mg	0,01	0,14	6,05	1,29	0,02	6,30E-04	0,01	0,01	3,79E-05	0,03	6,31E-03	3,67E-03
206	Thorium-228	Havaya	Bq	1,73	3,96	11,08	10,54	0,49	0,02	0,30	0,64	2,04E-04	0,99	0,08	0,04
207	Thorium-230	Havaya	Bq	3,51	10,53	20,78	20,03	1,74	0,07	1,09	1,28	7,51E-04	1,07	0,14	0,11
208	Thorium-232	Havaya	Bq	2,68	5,86	15,76	13,36	0,73	0,03	0,45	0,99	2,85E-04	1,47	0,11	0,06
209	Thorium-234	Havaya	Bq	0,95	2,33	5,39	4,18	0,47	0,02	0,29	0,35	1,98E-04	0,29	0,04	0,03
210	Tin	Havaya	mg	2,95	47,62	189,15	93,55	9,38	0,22	5,82	1,44	5,48E-03	4,60	0,22	0,19
211	Titanium	Havaya	mg	3,72	31,03	0,97	470,54	6,63	0,29	4,23	2,76	0,02	6,90	1,90	0,77
212	Toluene	Havaya	g	2,46	4,50	9,28	6,85	0,61	0,10	0,48	0,38	1,37E-03	0,37	0,02	0,12
213	Uranium	Havaya	mg	0,02	0,15	3,58	1,64	0,02	6,77E-04	0,01	0,01	3,01E-05	0,04	8,28E-03	4,64E-03
214	Uranium-234	Havaya	Bq	11,05	26,42	63,52	53,17	5,45	0,21	3,42	4,03	2,32E-03	3,37	0,43	0,31
215	Uranium-235	Havaya	Bq	0,54	1,11	3,04	2,36	0,26	0,01	0,17	0,20	1,11E-04	0,16	0,02	0,01
216	Uranium-238	Havaya	Bq	17,64	40,24	102,65	86,69	7,22	0,28	4,50	6,46	3,01E-03	7,11	0,71	0,45
217	Uranium alpha	Havaya	Bq	51,62	106,52	292,92	227,07	25,41	1,00	15,95	18,82	0,01	15,70	2,00	1,36
218	Vanadium	Havaya	g	2,08	1,05	5,59	3,13	0,17	0,02	0,11	0,21	1,57E-04	0,15	0,03	0,06
219	water	Havaya	g	10,12	50,76	606,48	133,62	20,20	2,04	13,73	4,10	8,72E-03	15,47	0,46	0,42
220	Xenon-131m	Havaya	Bq	233,99	477,67	1619,88	1315,17	374,28	14,79	238,84	85,62	0,18	14,97	9,02	5,44
221	Xenon-133	Havaya	Bq	7370,68	15082,33	52945,59	43189,02	13366,89	528,31	8537,00	2698,96	6,35	488,92	284,04	178,01
222	Xenon-133m	Havaya	Bq	33,44	67,52	191,45	151,20	20,58	0,81	12,98	12,20	8,93E-03	1,78	1,29	0,64
223	Xenon-135	Havaya	Bq	3027,63	6192,56	21600,21	17604,72	5369,01	212,19	3428,52	1108,49	2,55	199,49	116,68	72,61

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
224	Xenon-135m	Havaya	Bq	1776,19	3637,40	12912,72	10548,99	3347,61	132,32	2138,52	650,55	1,59	119,22	68,44	43,43
225	Xenon-137	Havaya	Bq	32,59	67,59	282,61	235,49	98,97	3,92	63,37	11,98	0,05	2,60	1,25	0,96
226	Xenon-138	Havaya	Bq	293,73	606,02	2377,71	1966,88	752,72	29,77	481,63	107,82	0,36	21,91	11,31	8,02
227	Xylene	Havaya	g	2,59	4,94	11,62	9,85	0,73	0,08	0,50	0,68	1,66E-03	0,96	0,07	0,05
228	Zinc	Havaya	g	0,28	1,51	5,54	3,94	0,70	0,02	0,42	0,08	6,41E-04	0,33	0,01	0,14
229	Zinc-65	Havaya	mBq	0,21	0,44	2,01	1,69	0,78	0,03	0,50	0,08	3,80E-04	0,02	8,19E-03	6,82E-03
230	Zirconium	Havaya	mg	0,03	0,60	66,98	1,17	0,05	2,43E-03	0,04	0,02	3,04E-04	0,04	2,08E-03	3,53E-03
231	Zirconium-95	Havaya	mBq	0,21	0,43	1,97	1,65	0,76	0,03	0,49	0,08	3,71E-04	0,02	8,01E-03	6,66E-03
232	1,4-Butanediol	Suya	µg	0,01	2,00	4,76	14,02	0,04	1,24E-03	0,04	0,09	1,36E-03	0,03	8,71E-03	0,02
233	4-Methyl-2-pentanone	Suya	ng	3,41	19,29	0,40	618,04	24,76	0,95	16,10	11,73	0,12	6,86	1,98	16,59
234	Acenaphthene	Suya	µg	15,99	16,46	144,19	138,37	15,71	0,63	10,99	2,62	0,05	9,15	0,25	0,62
235	Acenaphthylene	Suya	µg	1,00	1,03	9,02	8,65	0,98	0,04	0,69	0,16	3,01E-03	0,57	0,02	0,04
236	Acetaldehyde	Suya	mg	0,02	2,87	6,81	20,15	0,06	1,70E-03	0,05	0,12	1,95E-03	0,04	0,01	0,03
237	Acetic acid	Suya	g	1,99E-03	0,02	2,21	80,04	3,15E-03	3,69E-04	0,01	0,13	1,50E-05	8,25E-04	2,44E-04	1,31E-03
238	Acetone	Suya	µg	8,14E-03	45,97	0,95	1,47	0,06	2,27E-03	0,04	0,03	2,96E-04	0,02	4,73E-03	0,04
239	Acidity, unspecified	Suya	g	5,14	11,56	0,28	0,27	0,01	4,30E-04	8,04E-03	2,83	8,05E-06	5,61E-04	0,14	0,02
240	Acrylate, ion	Suya	mg	2,24E-03	0,57	1,35	4,01	0,01	3,29E-04	0,01	0,02	3,88E-04	8,62E-03	2,42E-03	5,35E-03
241	Actinides, radioactive, unspecified	Suya	Bq	11,39	23,03	63,78	49,37	4,98	0,20	3,12	4,15	2,06E-03	3,33	0,44	0,29
242	Aluminum	Suya	kg	0,76	1,60	2,32	1,79	0,21	7,15E-03	0,13	0,26	5,75E-05	0,82	0,02	0,02
243	Ammonium, ion	Suya	g	19,94	42,59	78,37	34,81	1,29	0,05	0,84	223,52	1,04E-03	0,44	0,11	2,06
244	Antimony	Suya	g	10,77	21,71	1,87	7,40	0,05	1,97E-03	0,03	5,09	5,79E-05	0,04	0,44	3,23E-03
245	Antimony-122	Suya	mBq	3,18	6,65	30,09	25,28	11,70	0,46	7,50	1,17	5,68E-03	0,28	0,12	0,10
246	Antimony-124	Suya	Bq	1,84	3,73	10,81	8,40	1,18	0,05	0,74	0,67	5,18E-04	0,67	0,07	0,05
247	Antimony-125	Suya	Bq	1,67	3,40	9,96	7,67	1,09	0,04	0,69	0,61	4,80E-04	0,88	0,06	0,06
248	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Suya	mg	44,76	115,25	405,88	166,66	2,92	0,13	2,12	16,41	0,01	2,66	4,79	0,26
249	Arsenic, ion	Suya	g	0,51	1,21	2,29	1,74	0,11	4,16E-03	0,07	0,21	9,12E-05	0,88	0,02	0,01
250	Barite	Suya	g	5,40	19,06	135,84	127,85	6,39	0,55	4,08	5,10	0,02	6,29	0,35	0,44
251	Barium	Suya	g	9,79	18,77	47,63	43,33	4,84	0,18	3,19	2,34	7,31E-03	2,49	0,33	0,18
252	Barium-140	Suya	mBq	13,95	29,13	131,79	110,73	51,25	2,03	32,84	5,14	0,02	1,21	0,54	0,45
253	Benzene	Suya	g	1,24	2,34	476,84	23,64	1,12	0,04	0,85	4,59	6,52E-04	0,11	0,23	0,02
254	Benzene, 1,2-dichloro-	Suya	mg	4,90E-03	0,67	1,60	4,71	0,01	4,15E-04	0,01	0,03	4,56E-04	0,01	2,93E-03	6,32E-03
255	Benzene, chloro-	Suya	mg	0,10	13,90	33,02	97,35	0,31	8,58E-03	0,26	0,61	9,41E-03	0,21	0,06	0,13

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
256	Benzene, ethyl-	Suya	mg	61,72	63,94	0,56	533,96	60,62	2,44	42,42	10,10	0,19	35,30	0,96	2,39
257	Beryllium	Suya	mg	39,89	83,22	227,50	176,53	19,94	0,70	12,44	14,64	3,88E-03	17,97	1,81	0,77
258	BOD5, Biological Oxygen Demand	Suya	kg	0,96	2,12	9,68	22,61	0,46	0,02	0,30	0,42	1,25E-03	0,42	0,03	0,03
259	Boron	Suya	g	7,15	14,57	28,87	23,89	1,63	0,06	1,01	2,79	5,95E-04	2,00	0,27	0,10
260	Bromate	Suya	g	0,03	1,63	1,12	29,07	0,02	9,07E-04	0,02	0,04	4,45E-05	0,31	2,38E-03	0,03
261	Bromine	Suya	g	11,30	22,77	19,40	18,91	1,95	0,08	1,35	4,83	5,59E-03	1,09	0,45	0,08
262	Butanol	Suya	mg	8,46E-03	1,57	3,73	11,04	0,03	9,34E-04	0,03	0,07	1,07E-03	0,02	6,75E-03	0,01
263	Butene	Suya	g	4,42E-05	4,73E-04	2,11E-03	2,82E-03	2,70E-05	0,00	1,87E-05	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00
264	Butyl acetate	Suya	mg	0,01	2,04	4,85	14,35	0,04	1,21E-03	0,04	0,09	1,39E-03	0,03	8,77E-03	0,02
265	Butyrolactone	Suya	µg	0,03	3,48	8,26	24,35	0,08	2,15E-03	0,06	0,15	2,35E-03	0,05	0,02	0,03
266	Cadmium, ion	Suya	mg	86,26	202,91	217,18	327,59	12,59	0,40	7,90	38,47	0,01	5,83	3,79	6,37
267	Calcium, ion	Suya	kg	1,42	3,49	6,63	9,02	0,45	0,02	0,29	0,46	4,20E-04	0,37	0,05	0,15
268	Carbonate	Suya	g	75,57	145,94	16,73	13,90	0,14	6,29E-03	0,11	7,96	1,77E-04	0,06	1,17	7,56E-03
269	Carboxylic acids, unspecified	Suya	g	9,95	11,37	98,90	97,78	10,28	0,42	7,14	1,84	0,03	6,31	0,17	0,43
270	Cerium-141	Suya	mBq	5,58	11,65	52,69	44,27	20,49	0,81	13,13	2,05	9,95E-03	0,48	0,21	0,18
271	Cerium-144	Suya	mBq	1,70	3,55	16,04	13,48	6,24	0,25	4,00	0,63	3,03E-03	0,15	0,07	0,05
272	Cesium	Suya	mg	2,57	2,65	23,18	22,25	2,53	0,10	1,77	0,42	7,74E-03	1,47	0,04	0,10
273	Cesium-134	Suya	Bq	1,55	3,16	8,84	6,73	0,65	0,03	0,40	0,57	2,67E-04	0,88	0,06	0,05
274	Cesium-136	Suya	mBq	0,99	2,07	9,35	7,86	3,64	0,14	2,33	0,36	1,77E-03	0,09	0,04	0,03
275	Cesium-137	Suya	Bq	1309,53	2649,10	7342,46	5684,38	578,32	22,68	362,02	477,37	0,24	383,37	50,72	33,85
276	Chlorate	Suya	g	0,60	13,95	8,78	223,66	0,17	7,41E-03	0,13	1,12	3,49E-04	2,40	0,03	0,20
277	Chloride	Suya	kg	2,80	20,28	56,79	140,10	2,47	0,10	1,66	0,96	6,46E-03	1,38	0,08	0,10
278	Chlorinated solvents, unspecified	Suya	g	0,02	2,76	7,85E-03	5,13	1,63E-04	1,12E-05	2,09E-04	0,08	0,00	8,30E-04	3,92E-04	6,67E-05
279	Chlorine	Suya	mg	44,08	2,59	301,12	239,38	41,93	0,63	25,99	30,47	0,01	9,95	1,43	0,88
280	Chloroform	Suya	µg	0,13	31,85	75,62	224,16	0,67	0,02	0,57	1,37	0,02	0,48	0,14	0,30
281	Chromium-51	Suya	Bq	1,85	3,82	14,34	11,62	4,01	0,16	2,56	0,68	1,92E-03	0,73	0,07	0,07
282	Chromium VI	Suya	g	6,25	18,05	29,78	16,98	0,63	0,03	0,40	2,99	2,63E-03	5,55	0,26	0,04
283	Chromium, ion	Suya	mg	24,57	73,54	242,86	168,86	16,16	0,68	10,80	6,67	0,04	9,73	0,82	1,26
284	Cobalt	Suya	g	0,47	2,42	7,36	11,21	0,24	0,01	0,15	0,25	2,90E-04	0,26	0,05	0,03
285	Cobalt-57	Suya	mBq	31,42	65,62	296,86	249,41	115,44	4,57	73,96	11,58	0,06	2,73	1,21	1,01
286	Cobalt-58	Suya	Bq	14,25	29,17	96,20	76,37	19,17	0,76	12,21	5,21	9,00E-03	5,64	0,55	0,47
287	Cobalt-60	Suya	Bq	11,09	22,74	76,89	61,32	16,60	0,66	10,59	4,06	7,84E-03	4,30	0,43	0,37

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
288	COD, Chemical Oxygen Demand	Suya	kg	3,23	6,79	11,89	60,78	0,70	0,02	0,45	1,80	1,35E-03	0,67	0,09	0,06
289	Copper, ion	Suya	g	24,07	48,60	17,37	22,99	1,15	0,04	0,72	4,86	5,15E-04	0,22	0,40	0,10
290	Cumene	Suya	g	0,01	0,11	696,25	22,20	1,39	0,05	1,01	3,18	1,43E-04	8,32E-03	0,34	0,01
291	Cyanide	Suya	g	0,02	0,43	1,64	1,07	0,06	2,20E-03	0,04	0,01	1,16E-04	0,04	1,21E-03	2,47E-03
292	Dichromate	Suya	mg	2,61	5,49	17,82	11,69	1,09	0,06	0,69	0,94	7,51E-04	9,87	0,10	0,08
293	DOC, Dissolved Organic Carbon	Suya	kg	0,77	1,69	3,69	18,48	0,22	8,28E-03	0,14	0,34	4,30E-04	0,24	0,03	0,01
294	Ethane, 1,2-dichloro-	Suya	mg	0,39	1,01	5,16	18,07	0,23	9,61E-03	0,15	5,72	1,63E-04	0,15	0,02	0,07
295	Ethanol	Suya	mg	0,02	3,62	8,59	25,40	0,08	2,15E-03	0,07	0,16	2,46E-03	0,05	0,02	0,03
296	Ethene	Suya	g	4,21E-03	0,04	6,87	252,16	0,01	1,67E-03	0,07	0,88	5,13E-05	3,15E-03	6,60E-04	5,84E-03
297	Ethene, chloro-	Suya	mg	0,02	0,21	1,02	0,82	0,01	1,98E-03	0,01	0,22	1,37E-05	0,10	2,24E-03	1,05E-03
298	Ethyl acetate	Suya	µg	1,16E-03	0,25	0,59	1,73	5,23E-03	1,44E-04	4,43E-03	0,01	1,68E-04	3,73E-03	1,05E-03	2,31E-03
299	Ethylene diamine	Suya	µg	0,13	1,09	5,79	4,53	0,30	0,02	0,24	1,26	3,87E-03	0,15	2,63	0,02
300	Ethylene oxide	Suya	mg	1,86E-03	924,41	82,77	1,91	6,78E-03	1,79E-04	5,50E-03	0,01	1,85E-04	4,57E-03	2,08E-03	2,58E-03
301	Fluoride	Suya	g	16,22	90,63	146,41	312,47	2,20	0,08	1,58	8,94	0,03	82,76	0,77	0,56
302	Fluosilicic acid	Suya	g	1,49E-03	0,04	0,51	0,09	3,94E-03	2,60E-04	2,51E-03	1,18E-03	1,79E-05	1,19	1,48E-04	5,23E-04
303	Formaldehyde	Suya	g	8,01E-04	7,35E-03	34,13	5,62	0,07	2,40E-03	0,05	0,14	0,00	5,21E-04	0,02	7,58E-04
304	Glutaraldehyde	Suya	mg	0,67	2,35	16,77	15,78	0,79	0,07	0,50	0,63	2,42E-03	0,78	0,04	0,05
305	Heat, waste	Suya	MJ	402,97	911,82	2342,03	2072,33	177,65	6,66	111,86	134,31	0,13	171,50	17,01	8,83
306	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes	Suya	g	0,33	0,34	3,01	2,89	0,33	0,01	0,23	0,05	1,01E-03	0,19	5,19E-03	0,01
307	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Suya	mg	30,86	31,75	278,17	266,94	30,30	1,22	21,21	5,05	0,09	17,65	0,48	1,19
308	Hydrocarbons, aromatic	Suya	g	1,37	1,45	12,45	11,94	1,34	0,05	0,94	0,23	4,12E-03	0,79	0,02	0,05
309	Hydrocarbons, unspecified	Suya	g	107,90	208,59	6,36	23,79	0,17	0,01	0,13	3,96	4,66E-04	0,14	0,52	0,01
310	Hydrogen-3, Tritium	Suya	Bq	2999724,87	6078600,77	16813238,07	13013151,78	1316925,22	51646,41	824242,38	1093506,78	543,58	885645,58	116187,07	77746,86
311	Hydrogen peroxide	Suya	mg	0,07	6,28	18,01	41,78	3,10	0,09	2,00	0,44	3,74E-03	0,12	0,14	7,01
312	Hydrogen sulfide	Suya	g	0,10	0,34	4,41	2,07	0,20	6,39E-03	0,13	0,04	5,50E-05	0,11	4,82E-03	0,30
313	Hydroxide	Suya	mg	0,27	18,29	43,53	126,71	0,44	0,01	0,36	0,84	0,01	0,28	0,08	0,17
314	Hypochlorite	Suya	g	0,16	0,33	0,88	1,02	0,04	1,65E-03	0,03	0,06	1,56E-05	0,08	6,25E-03	3,52E-03
315	Iodide	Suya	g	0,27	0,30	2,41	2,30	0,26	0,01	0,18	0,05	7,75E-04	0,15	4,65E-03	0,01
316	Iodine-131	Suya	Bq	0,33	0,67	2,01	1,57	0,26	0,01	0,16	0,12	1,16E-04	0,13	0,01	0,01
317	Iodine-133	Suya	mBq	8,76	18,29	82,73	69,51	32,17	1,27	20,61	3,23	0,02	0,76	0,34	0,28
318	Iron-59	Suya	mBq	2,41	5,03	22,75	19,11	8,84	0,35	5,67	0,89	4,30E-03	0,21	0,09	0,08
319	Iron, ion	Suya	kg	0,52	1,07	2,04	1,48	0,10	3,90E-03	0,06	0,13	4,13E-05	0,12	0,01	7,67E-03

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
320	Lanthanum-140	Suya	mBq	14,86	31,03	140,37	117,93	54,58	2,16	34,97	5,47	0,03	1,29	0,57	0,48
321	Lead	Suya	g	5,31	10,67	2,61	10,34	0,23	8,21E-03	0,15	0,85	1,75E-04	0,08	0,08	0,04
322	Lead-210	Suya	Bq	17,70	637,42	271,95	1014,97	7,84	0,32	4,95	6,66	6,49E-03	13,34	0,74	4,75
323	Lithium, ion	Suya	mg	0,88	4,95	102,06	158,46	6,35	0,24	4,13	3,01	0,03	1,76	0,51	4,25
324	m-Xylene	Suya	µg	0,02	139,36	2,88	4,47	0,18	6,90E-03	0,12	0,08	8,96E-04	0,05	0,01	0,12
325	Magnesium	Suya	kg	0,22	0,45	0,99	0,85	0,11	3,77E-03	0,07	0,06	6,06E-05	0,05	6,33E-03	0,02
326	Manganese	Suya	g	7,34	15,90	32,31	23,42	5,31	0,17	3,37	1,47	1,18E-03	0,77	0,21	7,95
327	Manganese-54	Suya	Bq	0,88	1,80	5,91	4,68	1,16	0,05	0,74	0,32	5,43E-04	0,38	0,03	0,03
328	Mercury	Suya	mg	49,80	128,72	57,23	118,45	2,08	0,09	1,32	21,86	4,09E-03	0,88	1,81	0,18
329	Methane, dichloro-, HCC-30	Suya	mg	21,82	38,65	331,34	294,56	24,39	1,20	16,46	7,86	0,08	17,61	0,65	1,20
330	Methanol	Suya	g	0,02	0,07	10,57	2,02	7,01E-03	1,65E-03	6,70E-03	0,05	1,25E-05	7,03E-03	1,47E-03	8,49E-04
331	Methyl acrylate	Suya	mg	0,02	5,34	12,67	37,57	0,11	3,08E-03	0,10	0,23	3,64E-03	0,08	0,02	0,05
332	Methyl amine	Suya	µg	9,11E-03	1,25	2,98	8,78	0,03	7,73E-04	0,02	0,06	8,48E-04	0,02	5,45E-03	0,01
333	Methyl formate	Suya	µg	1,61E-03	0,42	1,00	2,98	8,87E-03	2,43E-04	7,53E-03	0,02	2,88E-04	6,40E-03	1,80E-03	3,97E-03
334	Molybdenum	Suya	g	0,51	1,05	1,72	2,26	0,14	5,13E-03	0,09	0,20	3,19E-05	0,07	0,02	7,50E-03
335	Molybdenum-99	Suya	mBq	5,12	10,70	48,40	40,66	18,82	0,74	12,06	1,89	9,14E-03	0,44	0,20	0,16
336	Nickel, ion	Suya	g	4,47	16,51	35,28	25,30	1,09	0,05	0,68	3,11	2,03E-03	0,52	0,18	0,09
337	Niobium-95	Suya	Bq	0,14	0,28	0,86	0,65	0,10	3,85E-03	0,06	0,05	4,42E-05	0,14	5,43E-03	6,81E-03
338	Nitrate	Suya	kg	0,01	0,04	0,15	0,12	0,01	3,80E-04	6,68E-03	2,47	0,00	3,68E-03	1,39E-03	0,01
339	Nitrite	Suya	g	0,02	0,12	1,58	1,31	0,03	1,02E-03	0,02	0,01	2,04E-05	0,01	8,90E-04	0,04
340	Nitrogen	Suya	g	4,02	8,85	27,84	17,35	2,12	0,07	1,35	3,25	4,74E-04	1,00	0,14	3,69
341	Nitrogen, organic bound	Suya	g	0,66	2,65	9,33	19,53	0,48	0,02	0,34	0,22	7,69E-04	0,40	0,01	0,03
342	o-Xylene	Suya	µg	0,02	101,51	2,10	3,25	0,13	5,02E-03	0,08	0,06	6,53E-04	0,04	0,01	0,09
343	Oils, unspecified	Suya	kg	0,09	0,21	1,38	1,35	0,11	4,64E-03	0,07	0,03	3,79E-04	0,09	2,86E-03	6,16E-03
344	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Suya	mg	13,31	22,10	173,66	132,69	14,28	0,61	9,86	2,52	0,04	8,52	0,25	0,59
345	Paraffins	Suya	µg	0,02	2,67	7,64	3,09	0,36	4,21E-03	0,22	0,17	3,57E-04	0,03	0,04	0,02
346	Phenol	Suya	g	0,49	1,03	5,93	3,53	0,61	0,02	0,40	0,61	7,19E-04	0,14	0,14	9,64E-03
347	Phosphate	Suya	g	63,23	163,26	163,24	247,18	5,65	0,22	3,59	29,52	0,01	30,57	2,48	4,98
348	Phosphorus	Suya	g	41,34	79,27	3,93	1,59	0,14	4,83E-03	0,09	3,44	7,28E-05	0,01	9,75E-03	0,30
349	Polonium-210	Suya	Bq	18,42	951,92	366,78	1512,78	9,55	0,39	6,06	7,03	8,96E-03	13,99	0,80	7,03
350	Potassium-40	Suya	Bq	20,66	117,42	136,80	200,48	6,16	0,24	3,81	7,57	2,81E-03	15,34	0,81	1,04
351	Potassium, ion	Suya	kg	0,60	1,20	0,46	0,91	0,05	1,77E-03	0,03	0,26	4,16E-05	0,02	0,02	0,02

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
352	Propene	Suya	g	4,45E-03	0,08	256,46	114,57	0,51	0,02	0,37	3,05	1,83E-04	4,14E-03	0,12	5,79E-03
353	Propylene oxide	Suya	g	6,74E-04	0,02	0,04	137,82	3,24E-03	5,63E-05	2,96E-03	2,16E-03	1,67E-04	1,31E-03	1,89E-04	6,86E-04
354	Protactinium-234	Suya	Bq	17,51	36,14	99,37	77,03	8,62	0,34	5,41	6,38	3,64E-03	5,34	0,68	0,46
355	Radioactive species, alpha emitters	Suya	Bq	4,61E-03	1,80	0,54	2,84	0,01	4,29E-04	6,59E-03	2,26E-03	1,41E-05	3,74E-03	2,46E-04	0,01
356	Radioactive species, Nuclides	Suya	Bq	6827,51	13841,56	38246,68	29610,31	2988,76	117,21	1870,53	2488,92	1,24	1991,06	264,43	176,15
357	Radium-224	Suya	Bq	128,58	132,28	1159,06	1112,27	126,27	5,09	88,38	21,03	0,39	73,54	2,00	4,98
358	Radium-226	Suya	Bq	11108,73	23395,43	63921,93	50797,98	5568,96	218,85	3510,22	4009,56	2,89	3445,28	425,65	301,07
359	Radium-228	Suya	Bq	257,15	273,13	2318,29	2224,83	252,55	10,17	176,76	42,07	0,77	147,08	4,00	9,96
360	Rubidium	Suya	mg	26,39	27,85	235,65	225,43	25,59	1,03	17,88	4,45	0,08	14,91	0,43	1,01
361	Ruthenium-103	Suya	mBq	1,08	2,26	10,21	8,58	3,97	0,16	2,54	0,40	1,93E-03	0,09	0,04	0,03
362	Scandium	Suya	mg	85,75	189,33	479,46	390,83	21,82	0,84	13,37	31,39	8,04E-03	28,97	3,49	1,69
363	Selenium	Suya	g	0,24	0,50	0,53	0,46	0,05	1,87E-03	0,03	0,11	1,23E-05	0,16	0,01	1,74E-03
364	Silicon	Suya	kg	3,18	8,73	24,59	21,26	0,67	0,03	0,42	1,42	9,43E-04	3,61	0,14	0,07
365	Silver-110	Suya	Bq	10,33	21,16	71,98	57,76	16,11	0,64	10,28	3,78	7,61E-03	3,03	0,40	0,31
366	Silver, ion	Suya	mg	18,87	44,07	22,35	37,37	2,94	0,11	2,07	4,60	7,40E-03	1,27	0,37	0,10
367	Sodium-24	Suya	mBq	38,76	80,95	366,17	307,64	142,39	5,63	91,23	14,28	0,07	3,37	1,49	1,24
368	Sodium formate	Suya	mg	3,57E-03	0,14	4,00E+01	23,19	27,66	0,86	17,69	6,18E-03	1,78E-05	0,02	9,30E-04	68,51
369	Sodium, ion	Suya	kg	1,45	8,26	9,63	47,79	0,83	0,05	0,58	0,53	3,00E-03	2,28	0,03	0,05
370	Solids, inorganic	Suya	kg	0,34	0,80	2,85	1,81	0,09	3,64E-03	0,06	0,13	4,01E-05	0,09	0,01	8,05E-03
371	Solved solids	Suya	kg	0,78	1,95	0,51	0,28	9,14E-03	4,14E-04	5,64E-03	0,70	7,64E-06	7,12E-03	1,45E-03	9,73E-04
372	Strontium	Suya	g	9,39	14,95	76,26	61,05	6,68	0,26	4,51	2,51	0,01	4,05	0,31	0,27
373	Strontium-89	Suya	Bq	0,18	0,38	1,36	1,09	0,34	0,01	0,22	0,07	1,63E-04	0,12	7,07E-03	7,69E-03
374	Strontium-90	Suya	Bq	9815,40	19751,96	52524,07	40999,80	3012,07	117,64	1863,83	3576,39	1,12	522,99	378,80	175,70
375	Sulfate	Suya	kg	2,83	6,82	10,68	9,73	0,52	0,02	0,32	1,75	2,56E-04	0,55	0,12	0,06
376	Sulfide	Suya	mg	136,91	1,30	101,52	152,64	6,90	0,27	4,53	18,36	0,01	7,95	0,58	0,51
377	Sulfite	Suya	g	0,44	0,92	2,41	2,71	0,12	4,53E-03	0,07	0,16	4,31E-05	0,23	0,02	9,74E-03
378	Sulfur	Suya	g	0,16	0,47	3,86	3,75	0,30	0,01	0,19	0,08	1,01E-03	0,25	9,97E-03	0,04
379	Suspended solids, unspecified	Suya	kg	1,18	2,57	0,64	4,34	0,04	2,39E-03	0,02	2,09	8,58E-05	0,04	4,99E-03	0,02
380	t-Butyl methyl ether	Suya	mg	1,50	10,94	42,69	42,30	3,28	0,22	2,10	0,83	0,01	2,93	0,08	0,21
381	Technetium-99m	Suya	Bq	0,12	0,25	1,12	0,94	0,43	0,02	0,28	0,04	2,10E-04	0,01	4,57E-03	3,79E-03
382	Tellurium-123m	Suya	Bq	0,20	0,41	1,14	0,88	0,09	3,59E-03	0,06	0,07	3,84E-05	0,10	7,80E-03	6,35E-03
383	Tellurium-132	Suya	mBq	0,30	0,62	2,80	2,35	1,09	0,04	0,70	0,11	5,29E-04	0,03	0,01	9,49E-03

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
384	Thallium	Suya	mg	6,24	13,86	44,04	37,98	13,92	0,44	8,81	2,43	7,85E-04	2,18	0,40	0,11
385	Thorium-228	Suya	Bq	514,32	536,48	4638,44	4460,69	505,12	20,34	353,53	84,14	1,55	294,17	7,99	19,96
386	Thorium-230	Suya	Bq	2389,10	4931,06	13557,97	10509,47	1175,85	46,16	738,07	871,16	0,50	727,99	92,55	63,17
387	Thorium-232	Suya	Bq	3,82	8,36	21,44	16,05	1,08	0,04	0,66	1,39	4,19E-04	2,83	0,15	0,10
388	Thorium-234	Suya	Bq	17,51	36,15	99,38	77,03	8,62	0,34	5,41	6,39	3,64E-03	5,34	0,68	0,46
389	Tin, ion	Suya	g	1,30	2,64	1,16	1,87	0,04	1,43E-03	0,02	0,27	2,35E-05	0,04	0,03	3,83E-03
390	Titanium, ion	Suya	kg	8,35E-03	0,05	0,34	5,43	4,51E-03	2,30E-04	2,84E-03	8,42E-03	1,05E-05	0,34	5,47E-04	1,32E-03
391	TOC, Total Organic Carbon	Suya	kg	0,79	1,74	3,70	17,75	0,22	8,31E-03	0,15	0,79	4,31E-04	0,24	0,03	0,01
392	Toluene	Suya	g	0,31	0,35	2,90	2,75	0,31	0,01	0,22	0,05	9,66E-04	0,18	4,96E-03	0,01
393	Tributyltin compounds	Suya	mg	4,46	10,40	113,73	104,69	3,09	0,12	2,12	1,23	8,24E-03	8,19	0,12	0,15
394	Triethylene glycol	Suya	mg	13,45	45,37	273,98	232,33	4,33	1,23	2,72	15,04	2,76E-03	5,58	0,93	0,45
395	Tungsten	Suya	mg	62,95	134,28	345,51	271,22	16,59	0,65	10,19	22,98	6,11E-03	21,88	2,48	1,23
396	Uranium-234	Suya	Bq	21,01	43,37	119,24	92,43	10,34	0,41	6,49	7,66	4,36E-03	6,40	0,81	0,56
397	Uranium-235	Suya	Bq	34,67	71,56	196,75	152,51	17,06	0,67	10,71	12,64	7,20E-03	10,56	1,34	0,92
398	Uranium-238	Suya	Bq	61,58	434,65	437,44	751,71	29,94	1,18	18,81	22,56	0,01	22,67	2,41	3,82
399	Uranium alpha	Suya	Bq	1008,81	2082,14	5724,90	4437,64	496,51	19,49	311,65	367,85	0,21	307,36	39,08	26,67
400	Vanadium, ion	Suya	g	1,69	5,33	16,51	42,14	0,55	0,02	0,34	0,76	8,75E-04	11,86	0,10	0,05
401	VOC, volatile organic compounds	Suya	g	0,94	1,02	8,36	240,37	0,90	0,04	0,63	0,16	2,72E-03	0,53	0,02	0,04
402	Xylene	Suya	g	0,25	0,28	2,35	2,26	0,25	0,01	0,18	0,04	7,75E-04	0,15	4,08E-03	0,01
403	Zinc-65	Suya	Bq	0,53	1,10	4,96	4,17	1,93	0,08	1,24	0,19	9,38E-04	0,05	0,02	0,02
404	Zinc, ion	Suya	g	16,56	36,58	22,70	52,43	1,60	0,46	1,15	5,60	0,02	0,83	0,47	0,75
405	Zirconium-95	Suya	mBq	6,09	12,71	57,49	48,30	22,36	0,88	14,32	2,24	0,01	0,53	0,23	0,19
406	2,4-D	Toprağa	mg	0,01	0,26	0,86	0,42	0,20	6,85E-03	0,13	5,07E-03	7,71E-05	0,04	0,02	0,45
407	Aclonifen	Toprağa	µg	34,74	143,10	0,55	491,33	109,38	6,81	69,88	46,32	0,30	9,29	9,41	66,30
408	Aldrin	Toprağa	µg	0,03	6,20	14,71	43,59	0,13	3,59E-03	0,11	0,27	4,22E-03	0,09	0,03	0,06
409	Aluminum	Toprağa	g	1,03	1,97	15,63	13,17	1,03	0,05	0,69	0,38	3,04E-03	0,71	0,04	0,06
410	Antimony	Toprağa	µg	0,04	1,33	6,37	4,73	0,08	1,06E-03	0,05	0,04	3,08E-04	0,02	3,42E-03	7,31E-03
411	Arsenic	Toprağa	mg	0,40	0,78	5,85	5,26	0,41	0,02	0,27	0,15	1,24E-03	0,28	0,01	0,02
412	Atrazine	Toprağa	µg	6,82E-03	1,63	3,86	11,44	0,03	9,42E-04	0,03	0,07	1,11E-03	0,02	6,92E-03	0,02
413	Barium	Toprağa	g	0,43	0,76	6,54	5,82	0,48	0,02	0,33	0,16	1,50E-03	0,35	0,01	0,02
414	Benomyl	Toprağa	µg	0,07	1,67	5,47	2,67	1,28	0,04	0,82	0,03	4,90E-04	0,27	0,11	2,87
415	Bentazone	Toprağa	µg	17,73	73,03	281,65	250,75	55,82	3,48	35,66	23,64	0,15	4,74	4,80	33,84

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARCİ	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
416	Boron	Toprağa	mg	26,25	52,30	251,83	195,65	16,96	0,88	11,13	9,46	0,04	73,96	0,92	1,04
417	Cadmium	Toprağa	mg	0,12	0,45	1,20	1,87	0,07	3,35E-03	0,05	0,06	8,73E-04	0,02	0,01	0,03
418	Calcium	Toprağa	g	5,73	11,33	71,23	59,28	4,75	0,22	3,16	2,15	0,01	2,94	0,28	0,40
419	Carbetamide	Toprağa	µg	6,45	26,88	130,11	103,15	34,18	1,70	21,86	8,51	0,05	2,71	9,08	46,58
420	Carbofuran	Toprağa	mg	0,04	0,92	3,00	1,47	0,70	0,02	0,45	0,02	2,69E-04	0,15	0,06	1,57
421	Carbon	Toprağa	g	2,71	5,76	58,09	44,69	2,99	0,15	2,01	1,00	9,20E-03	2,20	0,10	0,21
422	Chloride	Toprağa	g	5,98	112,72	0,19	741,82	20,51	21,86	21,81	23,90	0,84	8,38	1,21	4,07
423	Chlorothalonil	Toprağa	mg	0,18	1,01	30,00	14,20	14,22	0,46	9,11	0,14	5,47E-04	1,02	7,28	34,11
424	Chromium	Toprağa	mg	5,91	12,03	82,32	72,36	5,57	0,27	3,76	2,25	0,02	3,64	0,26	0,44
425	Chromium VI	Toprağa	g	0,10	0,21	0,68	0,45	0,04	2,28E-03	0,03	0,04	2,88E-05	0,38	3,74E-03	3,16E-03
426	Cobalt	Toprağa	mg	0,14	0,36	1,70	1,06	0,06	2,17E-03	0,04	0,06	2,21E-05	0,01	0,01	0,01
427	Copper	Toprağa	mg	63,68	143,13	0,48	428,03	27,73	1,54	18,57	28,80	0,07	237,13	2,64	2,76
428	Cypermethrin	Toprağa	µg	5,73	1,30E+02	0,43	209,65	100,47	3,43	64,57	2,68	0,04	20,86	9,08	223,98
429	Fenpiclonil	Toprağa	mg	8,17E-03	0,04	1,20	0,58	0,56	0,02	0,36	7,18E-03	3,18E-05	0,04	0,29	1,35
430	Fluoride	Toprağa	g	0,11	0,22	1,12	0,88	0,08	3,92E-03	0,05	0,04	1,70E-04	0,29	3,81E-03	4,52E-03
431	Glyphosate	Toprağa	mg	1,09	13,70	63,28	71,95	4,87	0,61	2,55	1,06	0,02	1,29	0,37	3,39
432	Heat, waste	Toprağa	MJ	11,16	21,88	62,37	61,69	4,62	0,34	2,95	4,03	3,72E-03	6,90	0,40	0,46
433	Iron	Toprağa	g	3,72	23,01	144,66	130,94	7,98	0,19	3,71	1,72	9,67E-03	3,11	0,51	0,47
434	Lead	Toprağa	mg	0,65	6,06	17,46	35,08	0,99	0,06	0,95	0,62	0,03	0,32	0,10	0,30
435	Linuron	Toprağa	mg	0,27	1,10	4,25	3,79	0,84	0,05	0,54	0,36	2,29E-03	0,07	0,07	0,51
436	Magnesium	Toprağa	g	0,95	1,81	12,60	10,75	0,87	0,04	0,58	0,35	2,44E-03	0,57	0,04	0,06
437	Mancozeb	Toprağa	mg	0,23	1,32	38,96	18,44	18,46	0,60	11,83	0,18	7,10E-04	1,32	9,45	44,31
438	Manganese	Toprağa	g	0,19	0,41	1,51	1,19	0,10	4,19E-03	0,06	0,08	1,38E-04	0,04	0,01	0,02
439	Mercury	Toprağa	µg	1,17	10,56	160,39	84,38	4,61	0,19	2,96	0,80	3,35E-03	1,16	1,90	8,87
440	Metaldehyde	Toprağa	µg	1,26	5,32	32,18	23,06	10,08	0,44	6,45	1,64	0,01	0,77	3,57	17,51
441	Metolachlor	Toprağa	mg	1,94	7,98	30,77	27,40	6,10	0,38	3,90	2,58	0,02	0,52	0,52	3,70
442	Metribuzin	Toprağa	mg	8,11E-03	0,05	1,37	0,65	0,65	0,02	0,42	6,49E-03	2,50E-05	0,05	0,33	1,56
443	Molybdenum	Toprağa	µg	29,92	90,45	0,67	384,13	12,02	0,49	7,51	12,29	7,17E-03	4,43	2,36	3,01
444	Napropamide	Toprağa	µg	2,23	9,41	56,93	40,80	17,83	0,78	11,41	2,90	0,02	1,36	6,32	30,97
445	Nickel	Toprağa	mg	0,49	3,13	8,90	16,60	0,47	0,02	0,40	0,33	0,01	0,13	0,08	0,23
446	Oils, biogenic	Toprağa	g	0,05	0,45	3,15	1,65	0,68	0,02	0,42	0,23	3,73E-05	0,03	0,06	0,41
447	Oils, unspecified	Toprağa	kg	0,05	0,17	1,41	1,39	0,11	4,46E-03	0,07	0,03	3,79E-04	0,10	2,64E-03	6,38E-03

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	EPS YALITIM LEVHASI	XPS YALITIM LEVHASI	TAŞ YÜNÜ YALITIM LEVHASI	Y. HARC	ISI YALITIM SIVASI	SON KAT BOYASI	SU BAZLI ASTAR	SIVA FİLESİ	YALITIM DÜBELİ	KÖŞE PROFİLİ	AMBALAJ KAĞIDI	SIVA TORBASİ
448	Orbencarb	Toprağa	mg	0,04	0,25	7,41	3,51	3,51	0,11	2,25	0,04	1,35E-04	0,25	1,80	8,42
449	Phosphorus	Toprağa	g	0,12	0,25	1,12	0,93	0,08	3,50E-03	0,05	0,05	1,59E-04	0,04	7,45E-03	9,62E-03
450	Pirimicarb	Toprağa	µg	1,68	6,91	26,64	23,72	5,28	0,33	3,37	2,24	0,01	0,45	0,45	3,20
451	Potassium	Toprağa	g	0,74	1,48	7,20	6,00	0,51	0,02	0,33	0,28	1,10E-03	0,27	0,04	0,06
452	Silicon	Toprağa	g	0,75	1,76	8,36	5,68	0,36	0,01	0,23	0,30	3,97E-04	0,12	0,05	0,07
453	Sodium	Toprağa	g	1,73	3,52	26,97	25,43	2,00	0,15	1,38	0,68	7,32E-03	1,40	0,06	0,17
454	Strontium	Toprağa	mg	8,73	15,36	131,69	116,89	9,72	0,48	6,57	3,12	0,03	6,99	0,26	0,48
455	Sulfur	Toprağa	g	0,59	1,16	9,90	8,13	0,61	0,03	0,41	0,22	1,82E-03	0,43	0,02	0,04
456	Sulfuric acid	Toprağa	µg	1,23E-03	0,31	0,74	2,20	6,56E-03	1,80E-04	5,57E-03	0,01	2,13E-04	4,72E-03	1,33E-03	2,93E-03
457	Tebutam	Toprağa	µg	5,29	22,30	134,90	96,67	42,24	1,84	27,03	6,87	0,04	3,23	14,98	73,39
458	Teflubenzuron	Toprağa	µg	0,54	3,09	91,45	43,29	43,34	1,41	27,76	0,43	1,67E-03	3,10	22,19	104,01
459	Thiram	Toprağa	µg	0,13	2,97	9,70	4,74	2,28	0,08	1,46	0,06	8,69E-04	0,48	0,20	5,09
460	Tin	Toprağa	mg	1,44E-03	0,11	2,08	1,07	2,00E-03	2,91E-04	1,54E-03	2,14E-03	1,74E-05	0,01	1,42E-04	1,17E-03
461	Titanium	Toprağa	mg	11,04	24,02	66,21	48,82	4,32	0,16	2,67	4,40	1,18E-03	0,62	0,87	1,02
462	Vanadium	Toprağa	mg	0,32	0,69	1,90	1,40	0,12	4,50E-03	0,08	0,13	3,37E-05	0,02	0,02	0,03
463	Zinc	Toprağa	g	0,04	0,36	0,76	2,17	0,07	4,34E-03	0,07	0,04	2,27E-03	0,03	5,19E-03	0,02

EK A.2 : Isı Yalıtım Uygulamaları Yapım Süreci Envanter Verileri / GİRDİLER

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
1	Aluminium, 24% in bauxite, 11% in ground	g	221,247	238,071	338,649	0,294	2,117
2	Anhydrite, in ground	mg	4,800	5,165	7,348	0,001	0,010
3	Barite, 15% in crude ore, in ground	g	618,450	665,479	946,624	0,641	4,608
4	Basalt, in ground	g	21,953	23,622	33,602	0,017	0,124
5	Borax, in ground	µg	886,228	0,954	1,356	12,638	90,863
6	Cadmium, 0.30% in sulfide, Cd 0.18%, Pb, Zn, Ag, In, in ground	mg	672,423	723,556	1,029	0,021	0,148
7	Calcite, in ground	kg	10,836	11,660	16,586	0,033	0,236
8	Carbon dioxide, in air	kg	1,329	1,430	2,033	0,081	0,581
9	Carbon, in organic matter, in soil	mg	290,947	313,072	445,335	0,195	1,399
10	Cerium, 24% in bastnasite, 2.4% in crude ore, in ground	pg	-1,88E-05	-2,02E-05	-2,88E-05	0,000	0,000
11	Chromium, 25.5% in chromite, 11.6% in crude ore, in ground	g	15,574	16,758	23,838	0,101	0,724
12	Chrysotile, in ground	mg	7,174	7,720	10,981	0,012	0,084
13	Cinnabar, in ground	µg	630,348	678,282	964,836	1,084	7,797
14	Clay, bentonite, in ground	g	184,698	198,743	282,707	0,287	2,067
15	Clay, unspecified, in ground	kg	3,165	3,406	4,845	0,003	0,019
16	Coal, brown, in ground	kg	9,028	9,714	13,818	1,014	7,288
17	Coal, hard, unspecified, in ground	kg	15,014	16,156	22,982	0,559	4,018
18	Cobalt, in ground	mg	4,055	4,363	6,207	1,58E-04	0,001
19	Colemanite, in ground	mg	515,347	554,535	788,810	1,642	11,804
20	Copper, 0.99% in sulfide, Cu 0.36% and Mo 8.2E-3%, in ground	g	3,894	4,190	5,960	0,020	0,145
21	Copper, 1.18% in sulfide, Cu 0.39% and Mo 8.2E-3% in ground	g	21,273	22,891	32,561	0,112	0,807
22	Copper, 1.42% in sulfide, Cu 0.81% and Mo 8.2E-3%, in ground	g	5,643	6,072	8,637	0,030	0,214
23	Copper, 2.19% in sulfide, Cu 1.83% and Mo 8.2E-3%, in ground	g	28,456	30,620	43,556	0,148	1,061
24	Diatomite, in ground	µg	454,098	488,629	695,061	0,090	0,644

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
25	Dolomite, in ground	g	18,967	20,409	29,031	0,018	0,128
26	Energy, gross calorific value, in biomass	MJ	13,720	14,763	21,000	0,751	5,398
27	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	kJ	20,171	21,705	30,874	0,013	0,097
28	Energy, kinetic (in wind), converted	MJ	3,974	4,276	6,083	0,416	2,994
29	Energy, potential (in hydropower reservoir), converted	MJ	94,420	101,600	144,523	2,534	18,220
30	Energy, solar, converted	kJ	77,401	83,287	118,473	5,952	42,793
31	Feldspar, in ground	µg	17,696	19,042	27,087	0,080	0,577
32	Fluorine, 4.5% in apatite, 1% in crude ore, in ground	mg	417,468	449,213	638,993	0,624	4,488
33	Fluorine, 4.5% in apatite, 3% in crude ore, in ground	mg	201,726	217,066	308,769	0,279	2,008
34	Fluorspar, 92%, in ground	g	12,199	13,127	18,673	0,065	0,469
35	Gadolinium, 0.15% in bastnasite, 0.015% in crude ore, in ground	pg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
36	Gallium, 0.014% in bauxite, in ground	ng	220,706	237,489	337,822	16,878	121,350
37	Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	l	146,757	157,917	224,632	5,439	39,107
38	Gas, natural, in ground	m3	16,745	18,018	25,630	0,254	1,823
39	Gold, Au 1.1E-4%, Ag 4.2E-3%, in ore, in ground	µg	348,358	374,848	533,211	0,013	0,096
40	Gold, Au 1.3E-4%, Ag 4.6E-5%, in ore, in ground	µg	638,766	687,340	977,721	0,025	0,176
41	Gold, Au 1.4E-4%, in ore, in ground	µg	764,845	823,006	1,171	0,029	0,211
42	Gold, Au 2.1E-4%, Ag 2.1E-4%, in ore, in ground	mg	1,168	1,257	1,788	4,49E-05	3,23E-04
43	Gold, Au 4.3E-4%, in ore, in ground	µg	289,532	311,549	443,170	0,011	0,080
44	Gold, Au 4.9E-5%, in ore, in ground	µg	693,467	746,200	1,061	0,027	0,192
45	Gold, Au 6.7E-4%, in ore, in ground	mg	1,074	1,155	1,643	4,12E-05	2,96E-04
46	Gold, Au 7.1E-4%, in ore, in ground	mg	1,211	1,303	1,853	4,65E-05	3,34E-04
47	Gold, Au 9.7E-4%, Ag 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%	µg	72,540	78,057	111,033	0,003	0,020
48	Granite, in ground	ng	296,000	318,508	453,069	0,791	5,685

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
49	Gravel, in ground	kg	395,412	425,480	605,233	0,069	0,493
50	Gypsum, in ground	mg	28,072	30,207	42,968	0,092	0,660
51	Helium, 0.08% in natural gas, in ground	µg	1,114	1,198	1,704	0,085	0,613
52	Indium, 0.005% in sulfide, In 0.003%, Pb, Zn, Ag, Cd, in ground	mg	11,217	12,070	17,170	0,001	0,008
53	Iron, 46% in ore, 25% in crude ore, in ground	kg	11,909	12,814	18,228	0,006	0,046
54	Kaolinite, 24% in crude ore, in ground	g	6,285	6,762	9,619	0,005	0,038
55	Kieserite, 25% in crude ore, in ground	mg	114,747	123,473	175,636	0,032	0,231
56	Lanthanum, 7.2% in bastnasite, 0.72% in crude ore, in ground	pg	9,79E-05	1,05E-04	1,50E-04	0,000	0,000
57	Lead, 5.0% in sulfide, Pb 3.0%, Zn, Ag, Cd, In, in ground	g	87,215	93,847	133,495	0,019	0,139
58	Magnesite, 60% in crude ore, in ground	g	156,748	168,668	239,925	0,076	0,548
59	Magnesium, 0.13% in water	mg	1,453	1,564	2,225	0,034	0,242
60	Manganese, 35.7% in sedimentary deposit, 14.2%, in ground	g	7,844	8,441	12,007	0,013	0,090
61	Metamorphous rock, graphite containing, in ground	mg	324,950	349,660	497,382	0,493	3,547
62	Molybdenum, 0.010% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 1.83%	mg	528,814	569,026	809,423	2,743	19,721
63	Molybdenum, 0.014% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.81%	mg	74,121	79,758	113,453	0,391	2,811
64	Molybdenum, 0.022% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.36%	g	2,721	2,927	4,164	0,004	0,031
65	Molybdenum, 0.025% in sulfide, Mo 8.2E-3% and Cu 0.39%	mg	271,603	292,256	415,726	1,433	10,300
66	Molybdenum, 0.11% in sulfide, Mo 4.1E-2% and Cu 0.36%	g	5,488	5,906	8,401	0,009	0,063
67	Neodymium, 4% in bastnasite, 0.4% in crude ore, in ground	pg	0,000	0,000	-1,04E-05	0,000	0,000
68	Nickel, 1.13% in sulfide, Ni 0.76% and Cu 0.76%	mg	72,757	78,290	111,365	0,737	5,300
69	Nickel, 1.98% in silicates, 1.04% in crude ore, in ground	g	110,975	119,413	169,862	0,284	2,044
70	Occupation, arable, non-irrigated	cm2a	613,415	660,060	938,917	0,198	1,426
71	Occupation, construction site	cm2a	190,238	204,705	291,186	0,722	5,194
72	Occupation, dump site	m2a	0,221	0,237	0,338	0,004	0,025

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
73	Occupation, dump site, benthos	cm2a	389,180	418,774	595,694	0,766	5,506
74	Occupation, forest, intensive	m2a	0,226	0,243	0,346	8,85E-05	6,36E-04
75	Occupation, forest, intensive, normal	m2a	1,387	1,493	2,123	0,036	0,260
76	Occupation, forest, intensive, short-cycle	cm2a	50,598	54,446	77,448	0,034	0,243
77	Occupation, industrial area	m2a	0,420	0,452	0,643	0,002	0,014
78	Occupation, industrial area, benthos	mm2a	346,392	372,733	530,202	0,718	5,165
79	Occupation, industrial area, built up	cm2a	765,314	823,510	0,117	1,539	11,065
80	Occupation, industrial area, vegetation	cm2a	683,654	735,641	0,105	1,092	7,848
81	Occupation, mineral extraction site	m2a	0,195	0,210	0,298	0,002	0,017
82	Occupation, permanent crop, fruit, intensive	cm2a	74,347	80,001	113,799	0,048	0,347
83	Occupation, shrub land, sclerophyllous	cm2a	90,511	97,394	138,540	0,171	1,230
84	Occupation, traffic area, rail embankment	cm2a	263,845	283,908	403,851	1,053	7,571
85	Occupation, traffic area, rail network	cm2a	291,752	313,937	446,567	1,164	8,372
86	Occupation, traffic area, road embankment	m2a	0,991	1,066	1,517	3,59E-04	0,003
87	Occupation, traffic area, road network	m2a	4,902	5,275	7,503	3,76E-04	0,003
88	Occupation, urban, discontinuously built	mm2a	61,061	65,704	93,462	0,037	0,265
89	Occupation, water bodies, artificial	m2a	0,338	0,364	0,518	0,005	0,036
90	Occupation, water courses, artificial	m2a	0,235	0,253	0,360	0,002	0,015
91	Oil, crude, in ground	kg	167,595	180,339	256,527	0,076	0,546
92	Olivine, in ground	mg	2,126	2,287	3,253	7,35E-04	0,005
93	Pd, Pd 2.0E-4%, Pt 4.8E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	µg	212,604	228,771	325,421	0,101	0,726
94	Pd, Pd 7.3E-4%, Pt 2.5E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	µg	510,951	549,805	782,081	0,243	1,746
95	Peat, in ground	g	2,489	2,679	3,810	9,65E-04	0,007
96	Phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground	mg	895,535	963,634	1,371	1,142	8,211

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
97	Phosphorus, 18% in apatite, 4% in crude ore, in ground	g	1,670	1,797	2,556	0,002	0,018
98	Praseodymium, 0.42% in bastnasite, 0.042% in crude ore, in ground	pg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
99	Pt, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Rh 2.0E-5%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	µg	4,720	5,079	7,225	0,044	0,319
100	Pt, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Rh 2.4E-5%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	µg	16,922	18,209	25,902	0,159	1,145
101	Rh, Rh 2.0E-5%, Pt 2.5E-4%, Pd 7.3E-4%, Ni 2.3E+0%, Cu 3.2E+0%	µg	3,323	3,575	5,086	0,009	0,062
102	Rh, Rh 2.4E-5%, Pt 4.8E-4%, Pd 2.0E-4%, Ni 3.7E-2%, Cu 5.2E-2%	µg	10,407	11,199	15,930	0,027	0,194
103	Rhenium, in crude ore, in ground	µg	6,075	6,537	9,299	0,002	0,017
104	Samarium, 0.3% in bastnasite, 0.03% in crude ore, in ground	pg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
105	Sand, unspecified, in ground	mg	229,342	246,782	351,040	7,654	55,031
106	Shale, in ground	mg	13,590	14,624	20,802	0,004	0,030
107	Silver, 0.007% in sulfide, Ag 0.004%, Pb, Zn, Cd, In, in ground	mg	7,710	8,296	11,801	0,002	0,015
108	Silver, 3.2ppm in sulfide, Ag 1.2ppm, Cu and Te, in ground	mg	5,498	5,917	8,416	0,002	0,011
109	Silver, Ag 2.1E-4%, Au 2.1E-4%, in ore, in ground	µg	507,635	546,237	777,007	0,141	1,017
110	Silver, Ag 4.2E-3%, Au 1.1E-4%, in ore, in ground	mg	1,159	1,248	1,775	3,23E-04	0,002
111	Silver, Ag 4.6E-5%, Au 1.3E-4%, in ore, in ground	mg	1,136	1,223	1,739	3,17E-04	0,002
112	Silver, Ag 9.7E-4%, Au 9.7E-4%, Zn 0.63%, Cu 0.38%, Pb 0.014%	µg	749,839	806,859	1,148	0,209	1,502
113	Sodium chloride, in ground	kg	2,182	2,348	3,340	6,77E-04	0,005
114	Sodium nitrate, in ground	ng	633,133	681,279	969,099	0,385	2,772
115	Sodium sulphate, various forms, in ground	g	3,189	3,431	4,881	0,005	0,033
116	Stibnite, in ground	µg	47,191	50,779	72,232	0,009	0,067
117	Sulfur, in ground	mg	162,827	175,209	249,230	0,642	4,614
118	Sylvite, 25 % in sylvinitite, in ground	mg	977,633	1,052	1,496	0,360	2,592
119	Talc, in ground	mg	73,915	79,536	113,137	0,390	2,807
120	Tantalum, 81.9% in tantalite, 1.6E-4% in crude ore, in ground	mg	6,081	6,544	9,308	0,001	0,010

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
121	Tellurium, 0.5ppm in sulfide, Te 0.2ppm, Cu and Ag, in ground	µg	824,772	887,490	1,262	0,232	1,671
122	Tin, 79% in cassiterite, 0.1% in crude ore, in ground	mg	306,692	330,014	469,435	0,077	0,555
123	TiO2, 54% in ilmenite, 2.6% in crude ore, in ground	g	37,482	40,332	57,371	0,066	0,473
124	TiO2, 95% in rutile, 0.40% in crude ore, in ground	µg	377,170	405,851	577,311	0,008	0,061
125	Transformation, from arable	mm2	119,411	128,491	182,775	2,050	14,741
126	Transformation, from arable, non-irrigated	dm2	11,333	12,195	17,347	0,004	0,026
127	Transformation, from arable, non-irrigated, fallow	mm2	26,846	28,887	41,092	0,036	0,257
128	Transformation, from dump site, inert material landfill	cm2	15,417	16,590	23,599	0,015	0,105
129	Transformation, from dump site, residual material landfill	mm2	258,221	277,857	395,244	1,900	13,660
130	Transformation, from dump site, sanitary landfill	mm2	4,041	4,348	6,185	0,053	0,378
131	Transformation, from dump site, slag compartment	mm2	5,806	6,248	8,887	0,006	0,041
132	Transformation, from forest	dm2	15,823	17,026	24,219	0,016	0,117
133	Transformation, from forest, extensive	cm2	120,669	129,845	184,700	2,558	18,394
134	Transformation, from forest, intensive, clear-cutting	mm2	180,709	194,451	276,601	0,121	0,869
135	Transformation, from industrial area	mm2	173,753	186,966	265,953	5,802	41,718
136	Transformation, from industrial area, benthos	mm2	0,149	0,160	0,228	0,007	0,054
137	Transformation, from industrial area, built up	mm2	0,593	0,639	0,908	8,91E-04	0,006
138	Transformation, from industrial area, vegetation	mm2	1,012	1,089	1,549	0,002	0,011
139	Transformation, from mineral extraction site	cm2	88,575	95,310	135,576	0,463	3,326
140	Transformation, from pasture and meadow	cm2	34,201	36,801	52,349	0,228	1,639
141	Transformation, from pasture and meadow, intensive	mm2	92,483	99,515	141,558	0,030	0,215
142	Transformation, from sea and ocean	cm2	389,493	419,111	596,174	0,766	5,508
143	Transformation, from shrub land, sclerophyllous	cm2	21,971	23,641	33,629	0,155	1,116
144	Transformation, from tropical rain forest	mm2	180,709	194,451	276,601	0,121	0,869

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
145	Transformation, from unknown	dm2	15,549	16,731	23,800	0,018	0,130
146	Transformation, to arable	cm2	8,078	8,693	12,365	0,563	4,047
147	Transformation, to arable, non-irrigated	dm2	11,343	12,205	17,361	0,004	0,026
148	Transformation, to arable, non-irrigated, fallow	mm2	40,579	43,665	62,112	0,048	0,347
149	Transformation, to dump site	cm2	15,679	16,871	23,999	0,287	2,062
150	Transformation, to dump site, benthos	cm2	389,180	418,774	595,694	0,766	5,506
151	Transformation, to dump site, inert material landfill	cm2	15,417	16,590	23,599	0,015	0,105
152	Transformation, to dump site, residual material landfill	mm2	258,228	277,864	395,254	1,900	13,660
153	Transformation, to dump site, sanitary landfill	mm2	4,041	4,348	6,185	0,053	0,378
154	Transformation, to dump site, slag compartment	mm2	5,806	6,248	8,887	0,006	0,041
155	Transformation, to forest	cm2	97,149	104,537	148,700	0,081	0,581
156	Transformation, to forest, intensive	cm2	15,046	16,190	23,030	0,006	0,042
157	Transformation, to forest, intensive, clear-cutting	mm2	180,709	194,451	276,601	0,121	0,869
158	Transformation, to forest, intensive, normal	cm2	103,102	110,942	157,812	2,527	18,166
159	Transformation, to forest, intensive, short-cycle	mm2	180,709	194,451	276,601	0,121	0,869
160	Transformation, to heterogeneous, agricultural	cm2	77,818	83,735	119,111	0,074	0,535
161	Transformation, to industrial area	cm2	18,352	19,748	28,090	0,397	2,856
162	Transformation, to industrial area, benthos	mm2	31,334	33,717	47,961	0,026	0,186
163	Transformation, to industrial area, built up	cm2	16,925	18,212	25,905	0,049	0,353
164	Transformation, to industrial area, vegetation	cm2	15,228	16,386	23,309	0,032	0,226
165	Transformation, to mineral extraction site	dm2	26,208	28,201	40,115	0,021	0,151
166	Transformation, to pasture and meadow	mm2	29,438	31,677	45,059	1,288	9,264
167	Transformation, to permanent crop, fruit, intensive	mm2	104,660	112,618	160,196	0,068	0,489
168	Transformation, to sea and ocean	mm2	0,149	0,160	0,228	0,007	0,054

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
169	Transformation, to shrub land, sclerophyllous	cm2	18,098	19,474	27,702	0,034	0,246
170	Transformation, to traffic area, rail embankment	mm2	61,395	66,063	93,973	0,245	1,762
171	Transformation, to traffic area, rail network	mm2	67,483	72,615	103,293	0,269	1,936
172	Transformation, to traffic area, road embankment	cm2	25,388	27,318	38,860	0,025	0,180
173	Transformation, to traffic area, road network	cm2	97,411	104,819	149,102	0,064	0,457
174	Transformation, to unknown	mm2	535,946	576,701	820,341	4,623	33,237
175	Transformation, to urban, discontinuously built	mm2	1,216	1,309	1,862	7,35E-04	0,005
176	Transformation, to water bodies, artificial	cm2	245,861	264,557	376,325	0,369	2,652
177	Transformation, to water courses, artificial	cm2	22,371	24,073	34,243	0,252	1,812
178	Ulexite, in ground	mg	10,362	11,150	15,861	0,758	5,453
179	Uranium, in ground	g	0,887	0,954	1,358	0,040	0,289
180	Vermiculite, in ground	mg	7,161	7,705	10,960	0,034	0,244
181	Volume occupied, final repository for low-active radioactive waste	cm3	1,810	1,948	2,770	0,083	0,596
182	Volume occupied, final repository for radioactive waste	mm3	422,507	454,636	646,706	20,979	150,834
183	Volume occupied, reservoir	m3day	668,586	719,427	2,804	17,117	123,067
184	Volume occupied, underground deposit	cm3	11,523	12,399	17,637	0,043	0,308
185	Water, cooling, unspecified natural origin/m3	m3	1,731	1,862	2,649	0,087	0,626
186	Water, lake	l	7,439	8,004	11,386	0,036	0,255
187	Water, river	l	475,446	511,601	727,737	17,911	128,777
188	Water, salt, ocean	l	76,582	82,406	117,220	2,801	20,141
189	Water, salt, sole	l	108,480	116,730	166,045	0,060	0,434
190	Water, turbine use, unspecified natural origin	m3	636,759	685,180	974,648	20,493	147,339
191	Water, unspecified natural origin/m3	m3	1,137	1,224	1,740	6,43E-04	0,005
192	Water, well, in ground	l	152,579	164,182	233,544	4,183	30,073

NO	MADDELER	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
193	Wood, hard, standing	cm3	381,010	409,983	583,189	22,946	164,977
194	Wood, primary forest, standing	cm3	1,871	2,013	2,864	0,001	0,009
195	Wood, soft, standing	l	0,870	0,936	1,331	0,050	0,359
196	Wood, unspecified, standing/m3	mm3	18,319	19,712	28,040	0,018	0,129
197	Zinc, 9.0% in sulfide, Zn 5.3%, Pb, Ag, Cd, In, in ground	g	43,692	47,015	66,877	0,006	0,044
198	Zirconium, 50% in zircon, 0.39% in crude ore, in ground	mg	8,345	8,980	12,774	4,86E-04	0,003

Isı Yalıtım Uygulamaları Yapım Süreci Envanter Verileri / ÇIKTILAR

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
1	1-Propanol	Havaya	µg	1,001	1,077	1,532	0,077	0,551
2	1,4-Butanediol	Havaya	µg	2,024	2,178	3,098	2,54E-04	0,002
3	2-Propanol	Havaya	mg	37,863	40,742	57,954	0,001	0,010
4	Acenaphthene	Havaya	ng	66,412	71,462	101,652	7,056	50,732
5	Acetaldehyde	Havaya	g	4,803	5,169	7,352	6,80E-04	0,005
6	Acetic acid	Havaya	mg	184,365	198,385	282,197	3,588	25,800
7	Acetone	Havaya	mg	58,746	63,213	89,918	0,854	6,137
8	Acetonitrile	Havaya	µg	196,467	211,407	300,721	0,131	0,945
9	Acrolein	Havaya	µg	46,801	50,360	71,635	0,424	3,050
10	Acrylic acid	Havaya	µg	97,956	105,405	149,935	0,004	0,027
11	Actinides, radioactive, unspecified	Havaya	mBq	21,830	23,490	33,414	0,664	4,777
12	Aerosols, radioactive, unspecified	Havaya	mBq	281,605	303,019	431,035	17,740	127,545
13	Aldehydes, unspecified	Havaya	mg	1,924	2,070	2,945	0,033	0,239
14	Aluminum	Havaya	g	4,212	4,533	6,448	0,066	0,475
15	Ammonia	Havaya	g	7,091	7,630	10,854	0,037	0,263
16	Ammonium carbonate	Havaya	µg	43,324	46,619	66,314	1,227	8,819
17	Antimony	Havaya	mg	2,717	2,924	4,159	0,026	0,187
18	Antimony-124	Havaya	µBq	16,753	18,027	25,642	0,071	0,514
19	Antimony-125	Havaya	µBq	174,829	188,123	267,600	0,745	5,359
20	Argon-41	Havaya	Bq	110,128	118,502	168,566	9,389	67,506
21	Arsenic	Havaya	mg	20,072	21,598	30,723	0,185	1,329
22	Arsine	Havaya	ng	1,142	1,229	1,748	4,41E-05	3,17E-04
23	Barium	Havaya	mg	4,758	5,120	7,283	0,371	2,670
24	Barium-140	Havaya	mBq	11,372	12,237	17,407	0,048	0,349

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
25	Benzal chloride	Havaya	pg	17,492	18,822	26,774	0,004	0,030
26	Benzaldehyde	Havaya	µg	21,095	22,699	32,289	0,014	0,097
27	Benzene	Havaya	g	1,317	1,417	2,016	0,012	0,084
28	Benzene, ethyl-	Havaya	mg	228,153	245,502	349,220	0,120	0,862
29	Benzene, hexachloro-	Havaya	µg	106,587	114,692	163,146	0,052	0,372
30	Benzene, pentachloro-	Havaya	µg	1,494	1,608	2,287	0,002	0,012
31	Benzo(a)pyrene	Havaya	mg	1,371	1,476	2,099	0,047	0,337
32	Beryllium	Havaya	µg	51,150	55,040	78,293	0,279	2,003
33	Boron	Havaya	mg	228,519	245,896	349,780	25,960	186,646
34	Boron trifluoride	Havaya	pg	8,522	9,170	13,043	3,29E-04	0,002
35	Bromine	Havaya	mg	24,598	26,469	37,651	2,871	20,643
36	Butadiene	Havaya	µg	1,142	1,229	1,748	3,38E-04	0,002
37	Butane	Havaya	g	10,084	10,851	15,435	0,015	0,107
38	Butanol	Havaya	ng	6,275	6,752	9,605	7,88E-04	0,006
39	Butene	Havaya	mg	227,592	244,899	348,362	0,101	0,725
40	Butyrolactone	Havaya	ng	585,754	630,296	896,578	0,074	0,529
41	Cadmium	Havaya	mg	12,633	13,593	19,336	0,049	0,356
42	Calcium	Havaya	mg	86,206	92,761	131,950	3,855	27,714
43	Carbon-14	Havaya	Bq	1661,629	1787,984	2543,356	71,770	516,003
44	Carbon dioxide, biogenic	Havaya	kg	1,145	1,232	1,752	0,076	0,546
45	Carbon dioxide, fossil	Havaya	kg	549,357	591,132	840,868	2,655	19,087
46	Carbon dioxide, land transformation	Havaya	g	4,736	5,096	7,250	0,202	1,450
47	Carbon disulfide	Havaya	mg	566,736	609,833	867,469	2,039	14,659
48	Carbon monoxide, biogenic	Havaya	g	17,567	18,903	26,889	0,034	0,246

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
49	Carbon monoxide, fossil	Havaya	kg	1,237	1,331	1,894	8,47E-04	0,006
50	Cerium-141	Havaya	mBq	2,757	2,967	4,220	0,012	0,085
51	Cesium-134	Havaya	µBq	132,038	142,079	202,103	0,563	4,047
52	Cesium-137	Havaya	mBq	2,341	2,519	3,583	0,010	0,072
53	Chlorine	Havaya	mg	149,658	161,039	229,073	0,205	1,471
54	Chloroform	Havaya	µg	109,219	117,525	167,175	0,809	5,820
55	Chlorosilane, trimethyl-	Havaya	µg	1,760	1,894	2,694	6,80E-05	4,89E-04
56	Chromium	Havaya	mg	70,258	75,600	107,539	0,416	2,993
57	Chromium-51	Havaya	µBq	176,663	190,097	270,407	0,753	5,415
58	Chromium VI	Havaya	mg	1,191	1,281	1,823	0,014	0,101
59	Cobalt	Havaya	mg	8,141	8,760	12,460	0,146	1,050
60	Cobalt-58	Havaya	µBq	246,010	264,717	376,553	1,049	7,541
61	Cobalt-60	Havaya	mBq	2,173	2,339	3,326	0,009	0,067
62	Copper	Havaya	mg	595,194	640,455	911,028	0,552	3,966
63	Cumene	Havaya	mg	37,382	40,224	57,218	0,016	0,118
64	Cyanide	Havaya	mg	4,167	4,483	6,378	0,026	0,186
65	Dinitrogen monoxide	Havaya	g	20,891	22,480	31,977	0,083	0,594
66	Dioxins-tetrachlorodibenzo-p-dioxin	Havaya	ng	114,645	123,362	175,479	0,253	1,822
67	Ethane	Havaya	g	3,968	4,270	6,073	0,060	0,430
68	Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Havaya	µg	28,617	30,793	43,803	2,192	15,758
69	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Havaya	ng	210,847	226,880	322,730	6,413	46,106
70	Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Havaya	µg	48,396	52,076	74,076	1,690	12,151
71	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Havaya	µg	4,649	5,002	7,116	1,80E-04	0,001
72	Ethane, 1,2-dichloro-	Havaya	mg	2,971	3,197	4,547	0,008	0,059

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
73	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Havaya	µg	716,010	0,770	1,096	28,975	208,319
74	Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Havaya	mg	5,555	5,978	8,503	0,007	0,050
75	Ethanol	Havaya	mg	18,925	20,364	28,968	1,237	8,896
76	Ethene	Havaya	mg	702,344	755,753	1,075	0,484	3,479
77	Ethene, chloro-	Havaya	mg	1,127	1,212	1,725	0,005	0,032
78	Ethene, tetrachloro-	Havaya	ng	493,774	531,322	755,790	15,626	112,347
79	Ethyl acetate	Havaya	mg	175,706	189,068	268,943	0,013	0,096
80	Ethyl cellulose	Havaya	µg	355,622	382,665	544,330	0,013	0,097
81	Ethylene diamine	Havaya	µg	2,363	2,542	3,616	4,93E-04	0,004
82	Ethylene oxide	Havaya	µg	562,575	605,355	861,100	0,244	1,753
83	Ethyne	Havaya	mg	9,888	10,640	15,135	0,031	0,222
84	Fluorine	Havaya	mg	3,071	3,305	4,701	0,042	0,303
85	Fluosilicic acid	Havaya	mg	6,117	6,583	9,363	0,008	0,058
86	Formaldehyde	Havaya	g	8,943	9,623	13,688	0,003	0,024
87	Formic acid	Havaya	mg	1,534	1,651	2,348	8,87E-04	0,006
88	Furan	Havaya	µg	373,129	401,503	571,126	0,250	1,794
89	Heat, waste	Havaya	MJ	8267,873	8896,588	12655,138	34,750	249,843
90	Helium	Havaya	mg	902,285	970,897	1,381	0,191	1,372
91	Heptane	Havaya	g	2,275	2,448	3,483	0,001	0,007
92	Hexane	Havaya	g	4,943	5,319	7,566	0,010	0,070
93	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, cyclic	Havaya	µg	683,210	735,164	1,046	0,525	3,778
94	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Havaya	g	2,107	2,267	3,225	0,010	0,073
95	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Havaya	mg	69,391	74,667	106,212	5,924	42,590
96	Hydrocarbons, aromatic	Havaya	mg	542,012	583,228	829,624	1,487	10,691

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
97	Hydrocarbons, chlorinated	Havaya	mg	3,914	4,212	5,992	0,005	0,033
98	Hydrogen	Havaya	mg	481,904	518,550	737,622	2,582	18,566
99	Hydrogen-3, Tritium	Havaya	Bq	7407,857	7971,173	11338,762	417,806	3003,904
100	Hydrogen chloride	Havaya	g	3,117	3,354	4,771	0,171	1,229
101	Hydrogen fluoride	Havaya	mg	599,046	644,599	0,917	36,913	265,394
102	Hydrogen peroxide	Havaya	µg	263,439	283,472	403,230	0,014	0,103
103	Hydrogen sulfide	Havaya	mg	401,167	431,673	614,042	5,614	40,363
104	Iodine	Havaya	mg	12,705	13,671	19,447	1,527	10,980
105	Iodine-129	Havaya	Bq	1,366	1,470	2,091	0,073	0,525
106	Iodine-131	Havaya	Bq	41,543	44,703	63,588	3,718	26,733
107	Iodine-133	Havaya	mBq	15,850	17,056	24,261	0,141	1,011
108	Iodine-135	Havaya	mBq	4,886	5,257	7,479	0,179	1,289
109	Iron	Havaya	mg	144,053	155,007	220,493	0,474	3,411
110	Isocyanic acid	Havaya	µg	623,497	670,910	0,954	29,563	212,549
111	Isoprene	Havaya	µg	17,315	18,631	26,503	0,012	0,083
112	Krypton-85	Havaya	Bq	352,391	379,188	539,384	29,383	211,255
113	Krypton-85m	Havaya	Bq	168,828	181,666	258,414	1,170	8,411
114	Krypton-87	Havaya	Bq	40,275	43,338	61,647	0,513	3,689
115	Krypton-88	Havaya	Bq	51,149	55,038	78,291	0,485	3,488
116	Krypton-89	Havaya	Bq	20,736	22,313	31,740	0,111	0,796
117	Lanthanum-140	Havaya	mBq	0,972	1,046	1,488	0,004	0,030
118	Lead	Havaya	mg	155,886	167,741	238,606	0,541	3,891
119	Lead-210	Havaya	Bq	4,555	4,902	6,972	0,391	2,812
120	m-Xylene	Havaya	mg	0,817	0,879	1,251	0,076	0,545

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
121	Magnesium	Havaya	mg	49,714	53,494	76,094	0,443	3,184
122	Manganese	Havaya	mg	19,536	21,021	29,902	0,314	2,256
123	Manganese-54	Havaya	µBq	90,471	97,350	138,478	0,386	2,773
124	Mercury	Havaya	mg	17,051	18,347	26,099	0,205	1,474
125	Methane, biogenic	Havaya	g	0,931	1,002	1,425	0,063	0,453
126	Methane, bromo-, Halon 1001	Havaya	pg	4,001	4,306	6,125	9,69E-04	0,007
127	Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Havaya	µg	262,386	282,339	401,619	12,599	90,582
128	Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Havaya	mg	7,250	7,801	11,097	0,003	0,019
129	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Havaya	mg	1,235	1,329	1,891	0,062	0,449
130	Methane, dichloro-, HCC-30	Havaya	µg	6,932	7,460	10,611	0,119	0,853
131	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Havaya	µg	13,220	14,225	20,235	0,071	0,514
132	Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Havaya	ng	30,703	33,038	46,996	0,031	0,224
133	Methane, fossil	Havaya	g	687,410	739,682	1,052	4,604	33,104
134	Methane, monochloro-, R-40	Havaya	µg	5,670	6,101	8,679	0,171	1,231
135	Methane, tetrachloro-, CFC-10	Havaya	µg	227,393	244,685	348,057	0,625	4,495
136	Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Havaya	mg	47,108	50,691	72,106	0,062	0,446
137	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Havaya	ng	49,845	53,636	76,295	0,051	0,364
138	Methane, trifluoro-, HFC-23	Havaya	µg	9,769	10,512	14,953	0,010	0,071
139	Methanol	Havaya	mg	113,957	122,623	174,427	1,362	9,792
140	Methyl acrylate	Havaya	µg	111,140	119,591	170,115	0,004	0,031
141	Methyl amine	Havaya	ng	211,144	227,200	323,186	0,027	0,191
142	Methyl borate	Havaya	pg	37,519	40,372	57,428	0,001	0,010
143	Methyl ethyl ketone	Havaya	mg	175,706	189,067	268,943	0,013	0,096
144	Methyl formate	Havaya	ng	431,058	463,837	659,795	0,015	0,110

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
145	Molybdenum	Havaya	mg	2,896	3,117	4,433	0,049	0,356
146	Monoethanolamine	Havaya	mg	5,947	6,399	9,103	0,006	0,041
147	Nickel	Havaya	mg	148,325	159,604	227,032	1,384	9,954
148	Niobium-95	Havaya	µBq	10,740	11,556	16,439	0,046	0,329
149	Nitrate	Havaya	µg	185,330	199,423	283,674	2,990	21,495
150	Nitrogen oxides	Havaya	kg	4,188	4,506	6,410	0,005	0,033
151	NM VOC, non-methane volatile organic comp.	Havaya	g	563,245	606,076	862,125	0,352	2,530
152	Noble gases, radioactive, unspecified	Havaya	kBq	13127,518	14125,774	20093,504	701,653	5044,687
153	Ozone	Havaya	mg	419,300	451,185	641,797	24,943	179,330
154	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Havaya	mg	40,069	43,116	61,332	0,155	1,117
155	Paraffins	Havaya	ng	92,463	99,494	141,527	0,044	0,314
156	Particulates, < 2.5 µm	Havaya	g	131,235	141,215	200,874	0,659	4,736
157	Particulates, > 10 µm	Havaya	g	125,128	134,643	191,525	1,693	12,173
158	Particulates, > 2.5 µm, and < 10µm	Havaya	g	85,453	91,951	130,798	0,139	1,000
159	Pentane	Havaya	g	12,652	13,614	19,365	0,018	0,131
160	Phenol	Havaya	mg	7,451	8,017	11,405	0,004	0,030
161	Phenol, pentachloro-	Havaya	µg	209,291	225,206	320,349	20,123	144,675
162	Phosphine	Havaya	ng	84,672	91,110	129,602	0,003	0,024
163	Phosphorus	Havaya	mg	3,081	3,315	4,715	0,194	1,393
164	Platinum	Havaya	ng	15,746	16,943	24,101	1,007	7,239
165	Plutonium-238	Havaya	nBq	186,374	200,546	285,271	9,960	71,613
166	Plutonium-alpha	Havaya	nBq	427,238	459,727	653,948	22,833	164,164
167	Polonium-210	Havaya	Bq	7,786	8,378	11,917	0,690	4,963
168	Polychlorinated biphenyls	Havaya	µg	185,253	199,341	283,556	0,092	0,664

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
169	Potassium	Havaya	mg	175,318	188,650	268,349	14,863	106,861
170	Potassium-40	Havaya	Bq	0,867	0,933	1,327	0,088	0,631
171	Propanal	Havaya	µg	21,610	23,253	33,077	0,053	0,380
172	Propane	Havaya	g	10,249	11,029	15,688	0,023	0,168
173	Propene	Havaya	mg	523,046	562,820	800,595	0,526	3,778
174	Propionic acid	Havaya	mg	2,656	2,858	4,065	0,141	1,015
175	Propylene oxide	Havaya	mg	41,282	44,421	63,187	7,14E-04	0,005
176	Protactinium-234	Havaya	mBq	216,252	232,696	331,003	9,868	70,949
177	Radioactive species, other beta emitters	Havaya	Bq	728,343	783,729	1114,831	0,144	1,036
178	Radium-226	Havaya	Bq	8,103	8,720	12,403	0,417	2,996
179	Radium-228	Havaya	mBq	642,142	690,972	0,983	36,445	262,032
180	Radon-220	Havaya	Bq	37,681	40,546	57,676	3,986	28,661
181	Radon-222	Havaya	kBq	28531,592	30701,221	43671,596	1304,397	9378,245
182	Ruthenium-103	Havaya	µBq	2,360	2,539	3,612	0,010	0,072
183	Scandium	Havaya	µg	23,849	25,662	36,504	0,074	0,533
184	Selenium	Havaya	mg	7,632	8,212	11,682	0,228	1,640
185	Silicon	Havaya	mg	241,280	259,627	369,312	0,920	6,611
186	Silicon tetrafluoride	Havaya	µg	12,567	13,522	19,235	0,019	0,136
187	Silver	Havaya	µg	4,632	4,985	7,091	0,353	2,534
188	Silver-110	Havaya	µBq	23,385	25,163	35,794	0,100	0,717
189	Sodium	Havaya	mg	152,397	163,986	233,265	1,663	11,956
190	Sodium chlorate	Havaya	µg	158,272	170,307	242,257	1,086	7,805
191	Sodium dichromate	Havaya	µg	217,616	234,164	333,091	6,970	50,113
192	Sodium formate	Havaya	µg	4,950	5,326	7,576	0,011	0,080

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
193	Sodium hydroxide	Havaya	µg	982,486	1,057	1,504	0,044	0,319
194	Strontium	Havaya	mg	4,899	5,272	7,499	0,369	2,654
195	Styrene	Havaya	µg	583,640	628,022	893,343	0,429	3,087
196	Sulfate	Havaya	g	1,316	1,416	2,015	0,008	0,058
197	Sulfur dioxide	Havaya	g	560,677	603,313	858,195	9,004	64,733
198	Sulfur hexafluoride	Havaya	mg	4,669	5,024	7,147	0,380	2,735
199	Sulfuric acid	Havaya	µg	205,662	221,301	314,794	0,015	0,104
200	t-Butyl methyl ether	Havaya	µg	539,822	580,872	826,273	0,283	2,038
201	Terpenes	Havaya	µg	163,723	176,173	250,600	0,110	0,787
202	Thallium	Havaya	µg	86,695	93,287	132,698	0,151	1,082
203	Thorium	Havaya	µg	27,251	29,323	41,712	0,107	0,771
204	Thorium-228	Havaya	mBq	188,018	202,316	287,788	18,099	130,126
205	Thorium-230	Havaya	Bq	0,821	0,884	1,257	0,036	0,262
206	Thorium-232	Havaya	mBq	267,411	287,745	409,310	28,148	202,373
207	Thorium-234	Havaya	mBq	216,294	232,741	331,068	9,870	70,963
208	Tin	Havaya	mg	3,681	3,961	5,635	0,013	0,097
209	Titanium	Havaya	mg	11,325	12,186	17,335	0,021	0,153
210	Toluene	Havaya	g	1,609	1,732	2,464	0,003	0,021
211	Uranium	Havaya	µg	22,233	23,923	34,030	0,135	0,973
212	Uranium-234	Havaya	Bq	2,534	2,727	3,879	0,115	0,825
213	Uranium-235	Havaya	mBq	121,794	131,056	186,423	5,569	40,041
214	Uranium-238	Havaya	Bq	3,183	3,425	4,873	0,184	1,323
215	Uranium alpha	Havaya	Bq	11,734	12,626	17,960	0,537	3,857
216	Vanadium	Havaya	mg	172,619	185,745	264,217	3,540	25,452

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
217	water	Havaya	g	6,345	6,827	9,711	0,101	0,724
218	Xenon-131m	Havaya	Bq	207,414	223,187	317,477	2,322	16,692
219	Xenon-133	Havaya	Bq	7472,183	8040,391	11437,222	72,463	520,989
220	Xenon-133m	Havaya	Bq	10,058	10,823	15,395	0,346	2,486
221	Xenon-135	Havaya	Bq	2996,912	3224,807	4587,194	29,817	214,376
222	Xenon-135m	Havaya	Bq	1875,913	2018,563	2871,348	17,408	125,162
223	Xenon-137	Havaya	Bq	56,769	61,085	86,892	0,303	2,182
224	Xenon-138	Havaya	Bq	428,734	461,336	656,238	2,794	20,091
225	Xylene	Havaya	g	2,026	2,180	3,100	0,017	0,121
226	Zinc	Havaya	mg	672,194	723,309	1,029	0,966	6,948
227	Zinc-65	Havaya	µBq	451,743	486,095	691,455	1,926	13,847
228	Zirconium	Havaya	µg	210,454	226,458	322,130	0,112	0,805
229	Zirconium-95	Havaya	µBq	441,561	475,139	675,871	1,883	13,535
230	1,4-Butanediol	Suya	ng	809,667	871,237	1,239	0,102	0,731
231	4-Methyl-2-pentanone	Suya	ng	103,813	111,707	158,900	0,025	0,181
232	Acenaphthene	Suya	µg	57,568	61,946	88,116	0,030	0,216
233	Acenaphthylene	Suya	µg	3,600	3,874	5,511	0,002	0,014
234	Acetaldehyde	Suya	mg	1,164	1,253	1,782	8,63E-05	6,20E-04
235	Acetic acid	Suya	mg	9,694	10,431	14,838	0,015	0,108
236	Acetone	Suya	ng	247,433	266,249	378,731	0,060	0,431
237	Acidity, unspecified	Suya	mg	5,696	6,129	8,719	0,004	0,026
238	Acrylate, ion	Suya	µg	231,837	249,467	354,859	0,009	0,064
239	Actinides, radioactive, unspecified	Suya	Bq	2,219	2,388	3,397	0,119	0,853
240	Aluminum	Suya	g	47,469	51,078	72,657	3,174	22,820

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
241	Ammonium, ion	Suya	g	1,218	1,311	1,865	0,006	0,042
242	Antimony	Suya	mg	37,503	40,354	57,403	0,973	6,997
243	Antimony-122	Suya	mBq	6,754	7,268	10,338	0,029	0,207
244	Antimony-124	Suya	mBq	579,817	623,908	0,887	18,990	136,531
245	Antimony-125	Suya	mBq	536,208	576,983	820,741	17,257	124,076
246	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl	Suya	mg	13,792	14,841	21,111	0,046	0,334
247	Arsenic, ion	Suya	mg	70,568	75,934	108,014	2,569	18,473
248	Barite	Suya	g	24,249	26,093	37,116	0,048	0,343
249	Barium	Suya	g	8,591	9,245	13,150	0,054	0,389
250	Barium-140	Suya	mBq	29,586	31,836	45,286	0,126	0,907
251	Benzene	Suya	mg	698,559	751,679	1,069	0,367	2,636
252	Benzene, 1,2-dichloro-	Suya	µg	272,210	292,909	416,655	0,034	0,246
253	Benzene, chloro-	Suya	mg	5,621	6,048	8,604	7,06E-04	0,005
254	Benzene, ethyl-	Suya	mg	222,151	239,044	340,033	0,116	0,835
255	Beryllium	Suya	mg	3,601	3,875	5,512	0,414	2,974
256	BOD5, Biological Oxygen Demand	Suya	kg	1,522	1,638	2,330	0,001	0,008
257	Boron	Suya	g	0,594	0,639	0,909	0,054	0,390
258	Bromate	Suya	mg	36,241	38,997	55,472	0,062	0,442
259	Bromine	Suya	g	6,609	7,111	10,115	0,005	0,037
260	Butanol	Suya	µg	637,592	686,076	975,924	0,049	0,350
261	Butene	Suya	µg	154,266	165,996	236,125	0,452	3,252
262	Butyl acetate	Suya	µg	828,860	891,889	1,269	0,063	0,454
263	Butyrolactone	Suya	µg	1,406	1,513	2,152	1,77E-04	0,001
264	Cadmium, ion	Suya	mg	10,356	11,143	15,851	0,217	1,559

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
265	Calcium, ion	Suya	g	436,716	469,925	668,455	8,782	63,144
266	Carbonate	Suya	mg	118,804	127,838	181,846	1,361	9,789
267	Carboxylic acids, unspecified	Suya	g	38,349	41,265	58,699	0,021	0,153
268	Cerium-141	Suya	mBq	11,829	12,729	18,106	0,050	0,363
269	Cerium-144	Suya	mBq	3,601	3,875	5,512	0,015	0,110
270	Cesium	Suya	mg	9,255	9,959	14,167	0,005	0,035
271	Cesium-134	Suya	mBq	282,654	304,148	432,642	16,198	116,460
272	Cesium-136	Suya	mBq	2,099	2,259	3,213	0,009	0,064
273	Cesium-137	Suya	Bq	258,256	277,894	395,297	13,639	98,062
274	Chlorate	Suya	mg	286,374	308,150	438,335	0,533	3,831
275	Chloride	Suya	kg	6,731	7,243	10,303	0,010	0,072
276	Chlorinated solvents, unspecified	Suya	µg	198,279	213,357	303,494	0,327	2,348
277	Chlorine	Suya	mg	10,394	11,184	15,909	0,310	2,226
278	Chloroform	Suya	µg	12,954	13,939	19,828	5,30E-04	0,004
279	Chromium-51	Suya	Bq	2,266	2,439	3,469	0,018	0,129
280	Chromium VI	Suya	g	1,872	2,014	2,865	0,003	0,024
281	Chromium, ion	Suya	mg	36,705	39,496	56,182	0,147	1,055
282	Cobalt	Suya	mg	206,995	222,736	316,835	3,869	27,815
283	Cobalt-57	Suya	mBq	66,644	71,712	102,008	0,284	2,043
284	Cobalt-58	Suya	Bq	10,473	11,269	16,030	0,143	1,028
285	Cobalt-60	Suya	Bq	9,154	9,850	14,011	0,111	0,795
286	COD, Chemical Oxygen Demand	Suya	kg	1,600	1,722	2,450	0,001	0,008
287	Copper, ion	Suya	mg	359,151	386,462	549,731	5,510	39,614
288	Cumene	Suya	mg	89,828	96,658	137,494	0,039	0,283

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
289	Cyanide	Suya	mg	85,686	92,202	131,155	0,102	0,733
290	Dichromate	Suya	mg	0,796	0,856	1,218	0,026	0,186
291	DOC, Dissolved Organic Carbon	Suya	g	502,013	540,188	768,402	0,366	2,628
292	Ethane, 1,2-dichloro-	Suya	µg	174,325	187,581	266,829	3,769	27,099
293	Ethanol	Suya	mg	1,467	1,579	2,246	1,12E-04	8,04E-04
294	Ethene	Suya	mg	33,725	36,289	51,621	0,017	0,124
295	Ethene, chloro-	Suya	µg	11,169	12,019	17,096	0,061	0,439
296	Ethyl acetate	Suya	ng	100,102	107,714	153,221	0,006	0,042
297	Ethylene diamine	Suya	µg	5,728	6,163	8,767	0,001	0,009
298	Ethylene oxide	Suya	µg	110,922	119,357	169,781	0,012	0,088
299	Fluoride	Suya	g	17,836	19,192	27,300	0,008	0,060
300	Fluosilicic acid	Suya	mg	11,011	11,849	16,854	0,014	0,104
301	Formaldehyde	Suya	mg	5,754	6,191	8,807	0,004	0,029
302	Glutaraldehyde	Suya	mg	2,994	3,221	4,582	0,006	0,042
303	Heat, waste	Suya	MJ	146,038	157,143	223,532	3,586	25,782
304	Hydrocarbons, aliphatic, alkanes, unspecified	Suya	g	1,203	1,295	1,842	6,29E-04	0,005
305	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	Suya	mg	111,064	119,509	169,999	0,058	0,417
306	Hydrocarbons, aromatic	Suya	g	4,928	5,303	7,543	0,003	0,019
307	Hydrocarbons, unspecified	Suya	mg	521,085	560,710	797,594	1,156	8,308
308	Hydrogen-3, Tritium	Suya	kBq	586,932	631,564	898,382	31,247	224,654
309	Hydrogen peroxide	Suya	mg	2,324	2,500	3,557	5,65E-04	0,004
310	Hydrogen sulfide	Suya	mg	54,435	58,575	83,321	0,649	4,669
311	Hydroxide	Suya	mg	7,301	7,856	11,175	0,002	0,017
312	Hypochlorite	Suya	mg	14,962	16,100	22,902	1,695	12,189

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
313	Iodide	Suya	mg	927,065	0,998	1,419	0,650	4,672
314	Iodine-131	Suya	mBq	131,244	141,225	200,888	3,406	24,489
315	Iodine-133	Suya	mBq	18,574	19,986	28,430	0,079	0,569
316	Iron-59	Suya	mBq	5,106	5,495	7,816	0,022	0,157
317	Iron, ion	Suya	g	37,723	40,591	57,740	3,380	24,303
318	Lanthanum-140	Suya	mBq	31,512	33,908	48,233	0,134	0,966
319	Lead	Suya	mg	148,933	160,259	227,963	2,451	17,621
320	Lead-210	Suya	Bq	6,680	7,188	10,225	0,178	1,282
321	Lithium, ion	Suya	mg	26,617	28,641	40,740	0,006	0,046
322	m-Xylene	Suya	ng	750,105	807,145	1,148	0,182	1,306
323	Magnesium	Suya	g	66,733	71,807	102,144	1,434	10,308
324	Manganese	Suya	g	1,093	1,176	1,673	0,031	0,221
325	Manganese-54	Suya	mBq	631,839	679,886	0,967	8,807	63,318
326	Mercury	Suya	mg	2,905	3,126	4,447	0,026	0,187
327	Methane, dichloro-, HCC-30	Suya	mg	92,702	99,751	141,893	0,088	0,630
328	Methanol	Suya	mg	8,858	9,532	13,559	0,170	1,225
329	Methyl acrylate	Suya	mg	2,171	2,336	3,323	8,38E-05	6,03E-04
330	Methyl amine	Suya	ng	506,737	545,271	775,632	0,064	0,457
331	Methyl formate	Suya	ng	172,097	185,183	263,418	0,006	0,044
332	Molybdenum	Suya	mg	31,846	34,268	48,745	2,937	21,119
333	Molybdenum-99	Suya	mBq	10,865	11,691	16,630	0,046	0,333
334	Nickel, ion	Suya	g	1,433	1,542	2,193	0,009	0,067
335	Niobium-95	Suya	mBq	49,175	52,914	75,269	1,426	10,249
336	Nitrate	Suya	g	5,090	5,477	7,791	0,032	0,228

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
337	Nitrite	Suya	mg	24,309	26,158	37,209	0,202	1,453
338	Nitrogen	Suya	mg	526,047	566,049	805,188	19,911	143,154
339	Nitrogen, organic bound	Suya	mg	820,687	883,095	1,256	1,650	11,864
340	o-Xylene	Suya	ng	546,382	587,931	836,314	0,132	0,951
341	Oils, unspecified	Suya	g	469,009	504,674	717,884	0,329	2,363
342	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	Suya	mg	51,861	55,804	79,380	0,029	0,208
343	Paraffins	Suya	ng	268,337	288,742	410,727	0,127	0,912
344	Phenol	Suya	mg	855,955	921,044	1,310	0,471	3,386
345	Phosphate	Suya	g	7,243	7,794	11,086	0,045	0,325
346	Phosphorus	Suya	mg	68,173	73,357	104,348	0,097	0,697
347	Polonium-210	Suya	Bq	9,277	9,982	14,200	0,182	1,309
348	Potassium-40	Suya	Bq	2,761	2,971	4,226	0,216	1,551
349	Potassium, ion	Suya	g	46,962	50,533	71,882	0,500	3,596
350	Propene	Suya	mg	110,602	119,013	169,292	0,017	0,120
351	Propylene oxide	Suya	mg	99,331	106,884	152,040	0,002	0,012
352	Protactinium-234	Suya	Bq	3,980	4,283	6,092	0,182	1,309
353	Radioactive species, alpha emitters	Suya	mBq	15,034	16,178	23,012	0,027	0,193
354	Radioactive species, Nuclides, unspecified	Suya	Bq	1337,335	1439,031	2046,979	71,122	511,346
355	Radium-224	Suya	Bq	462,765	497,955	708,327	0,242	1,739
356	Radium-226	Suya	Bq	3222,785	3467,856	4932,924	113,705	817,504
357	Radium-228	Suya	Bq	925,577	995,961	1416,725	0,484	3,477
358	Rubidium	Suya	mg	92,707	99,757	141,901	0,055	0,398
359	Ruthenium-103	Suya	mBq	2,293	2,467	3,509	0,010	0,070
360	Scandium	Suya	mg	7,571	8,146	11,588	0,900	6,469

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TSY) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
361	Selenium	Suya	mg	11,086	11,929	16,968	0,794	5,711
362	Silicon	Suya	g	658,275	708,332	1,008	18,910	135,955
363	Silver-110	Suya	Bq	8,910	9,588	13,638	0,103	0,739
364	Silver, ion	Suya	mg	8,724	9,387	13,353	0,005	0,033
365	Sodium-24	Suya	mBq	82,205	88,456	125,826	0,350	2,520
366	Sodium formate	Suya	µg	11,891	12,796	18,201	0,027	0,191
367	Sodium, ion	Suya	kg	3,621	3,896	5,542	0,002	0,016
368	Solids, inorganic	Suya	g	37,758	40,629	57,794	3,578	25,726
369	Solved solids	Suya	g	5,901	6,349	9,032	0,093	0,669
370	Strontium	Suya	g	17,254	18,566	26,409	0,057	0,412
371	Strontium-89	Suya	mBq	191,434	205,991	293,016	1,782	12,815
372	Strontium-90	Suya	Bq	1148,824	1236,184	1758,435	102,775	738,925
373	Sulfate	Suya	g	236,519	254,504	362,025	15,334	110,247
374	Sulfide	Suya	mg	12,219	13,148	18,703	0,149	1,070
375	Sulfite	Suya	mg	41,302	44,443	63,219	4,602	33,085
376	Sulfur	Suya	g	1,245	1,339	1,905	9,41E-04	0,007
377	Suspended solids, unspecified	Suya	g	101,501	109,219	155,361	0,230	1,651
378	t-Butyl methyl ether	Suya	mg	14,241	15,324	21,798	0,010	0,075
379	Technetium-99m	Suya	mBq	249,745	268,737	382,270	1,076	7,735
380	Tellurium-123m	Suya	mBq	41,337	44,481	63,273	2,090	15,027
381	Tellurium-132	Suya	µBq	629,084	676,922	962,902	2,682	19,283
382	Thallium	Suya	mg	0,659	0,709	1,009	0,055	0,393
383	Thorium-228	Suya	Bq	1851,122	1991,887	2833,402	0,967	6,955
384	Thorium-230	Suya	Bq	543,061	584,357	831,230	24,832	178,536

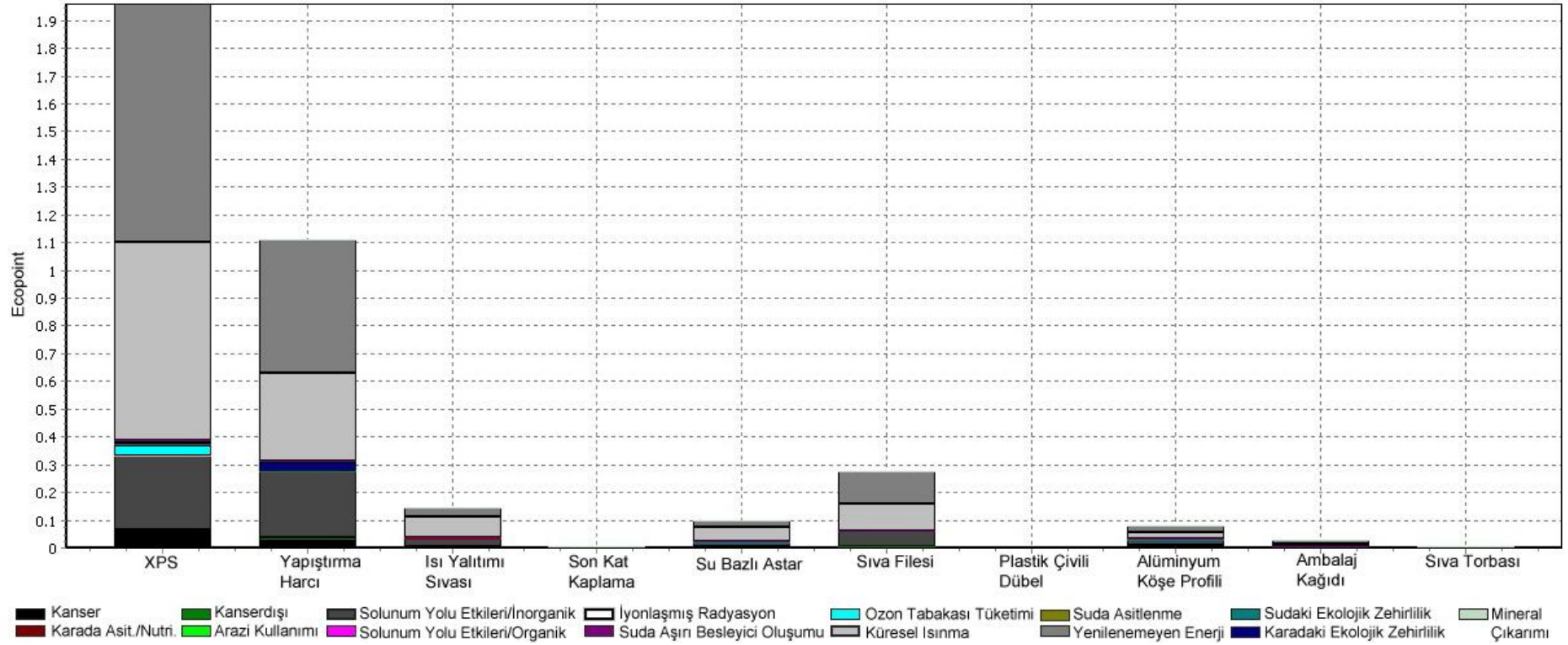
NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
385	Thorium-232	Suya	mBq	403,242	433,906	617,218	40,063	288,040
386	Thorium-234	Suya	Bq	3,981	4,283	6,093	0,182	1,309
387	Tin, ion	Suya	mg	18,504	19,911	28,323	0,834	5,995
388	Titanium, ion	Suya	g	6,888	7,411	10,543	0,082	0,592
389	TOC, Total Organic Carbon	Suya	g	503,826	542,138	771,176	0,368	2,649
390	Toluene	Suya	g	1,158	1,246	1,772	5,97E-04	0,004
391	Tributyltin compounds	Suya	mg	9,258	9,962	14,171	0,025	0,177
392	Triethylene glycol	Suya	mg	2,628	2,828	4,023	0,140	1,008
393	Tungsten	Suya	mg	5,873	6,320	8,990	0,660	4,747
394	Uranium-234	Suya	Bq	4,776	5,139	7,311	0,218	1,570
395	Uranium-235	Suya	Bq	7,881	8,480	12,063	0,360	2,591
396	Uranium-238	Suya	Bq	15,403	16,574	23,576	0,637	4,580
397	Uranium alpha	Suya	Bq	229,309	246,747	350,990	10,485	75,388
398	Vanadium, ion	Suya	mg	630,570	678,521	0,965	8,586	61,732
399	VOC, volatile organic compounds	Suya	g	3,249	3,496	4,973	0,002	0,015
400	Xylene	Suya	mg	929,075	1,000	1,422	0,496	3,568
401	Zinc-65	Suya	Bq	1,115	1,199	1,706	0,005	0,034
402	Zinc, ion	Suya	g	15,320	16,485	23,450	0,012	0,088
403	Zirconium-95	Suya	mBq	12,906	13,888	19,755	0,055	0,396
404	2,4-D	Toprağa	µg	66,068	71,092	101,126	0,044	0,317
405	Aclonifen	Toprağa	µg	234,632	252,474	359,137	0,057	0,409
406	Aldrin	Toprağa	µg	2,519	2,711	3,856	1,14E-04	8,20E-04
407	Aluminum	Toprağa	g	3,698	3,979	5,661	0,005	0,037
408	Antimony	Toprağa	ng	191,215	205,756	292,681	0,355	2,553

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
409	Arsenic	Toprağa	mg	1,488	1,601	2,278	0,002	0,014
410	Atrazine	Toprağa	ng	660,860	711,114	1,012	0,030	0,215
411	Barium	Toprağa	g	1,831	1,970	2,803	0,002	0,012
412	Benomyl	Toprağa	ng	420,143	452,092	643,088	0,281	2,020
413	Bentazone	Toprağa	µg	119,745	128,851	183,287	0,029	0,209
414	Boron	Toprağa	mg	42,050	45,248	64,363	0,211	1,513
415	Cadmium	Toprağa	µg	550,604	592,473	842,776	1,195	8,594
416	Calcium	Toprağa	g	14,960	16,097	22,898	0,038	0,270
417	Carbetamide	Toprağa	µg	43,088	46,364	65,952	0,012	0,086
418	Carbofuran	Toprağa	µg	230,338	247,854	352,565	0,154	1,108
419	Carbon	Toprağa	g	11,226	12,080	17,183	0,012	0,083
420	Chloride	Toprağa	kg	1,120	1,206	1,715	1,66E-05	1,19E-04
421	Chlorothalonil	Toprağa	µg	696,675	749,652	1,066	1,656	11,903
422	Chromium	Toprağa	mg	21,031	22,630	32,191	0,034	0,242
423	Chromium VI	Toprağa	mg	30,508	32,828	46,697	0,993	7,136
424	Cobalt	Toprağa	µg	24,249	26,093	37,116	1,506	10,825
425	Copper	Toprağa	mg	52,962	56,990	81,066	0,634	4,559
426	Cypermethrin	Toprağa	µg	33,481	36,027	51,247	0,022	0,159
427	Fenpiclonil	Toprağa	µg	35,511	38,212	54,355	0,067	0,483
428	Fluoride	Toprağa	mg	203,724	219,215	311,828	0,845	6,077
429	Glyphosate	Toprağa	mg	28,572	30,744	43,733	0,007	0,054
430	Heat, waste	Toprağa	MJ	4,465	4,805	6,835	0,105	0,757
431	Iron	Toprağa	g	10,991	11,827	16,824	0,023	0,162
432	Lead	Toprağa	mg	20,411	21,963	31,242	0,006	0,041

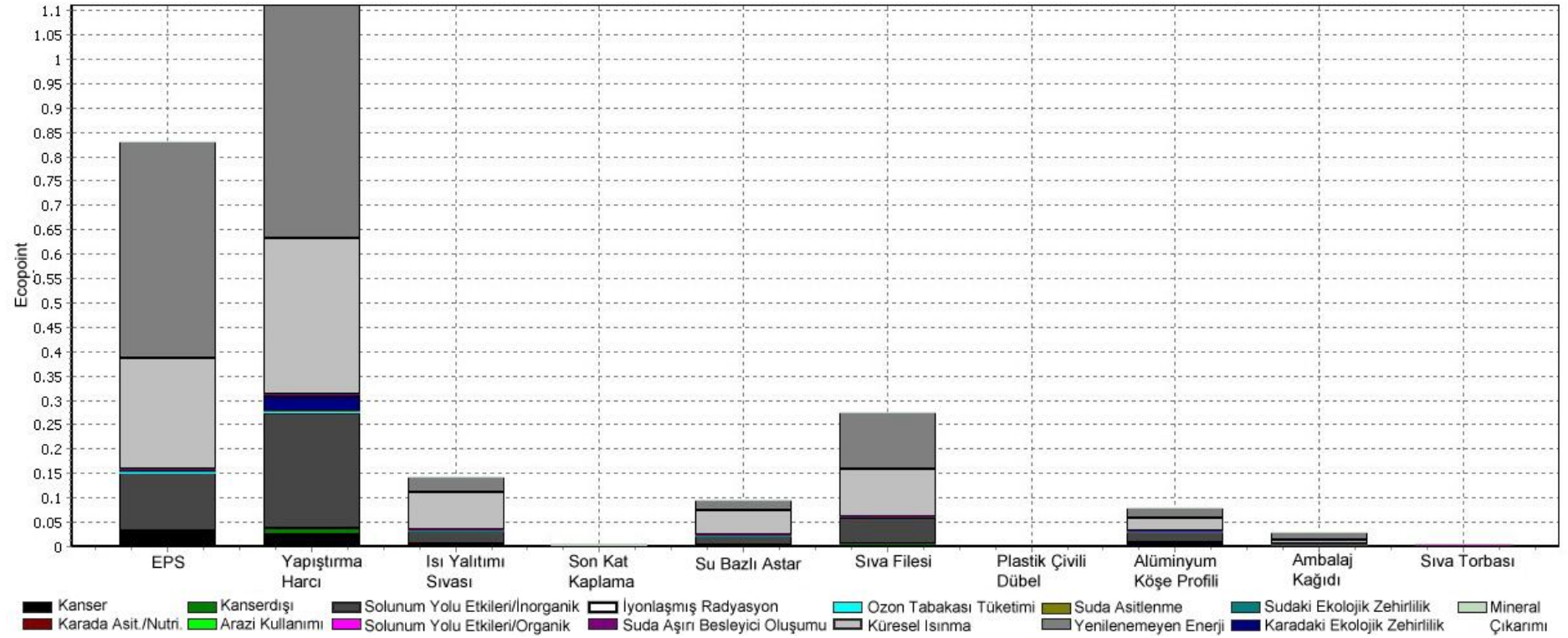
NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
433	Linuron	Toprağa	mg	1,808	1,946	2,768	4,39E-04	0,003
434	Magnesium	Toprağa	g	2,964	3,189	4,537	0,005	0,039
435	Mancozeb	Toprağa	µg	904,837	973,644	1,385	2,150	15,460
436	Manganese	Toprağa	mg	164,037	176,511	251,082	1,809	13,006
437	Mercury	Toprağa	µg	3,345	3,599	5,120	0,010	0,069
438	Metaldehyde	Toprağa	µg	8,292	8,922	12,691	0,003	0,019
439	Metolachlor	Toprağa	mg	13,084	14,079	20,026	0,003	0,023
440	Metribuzin	Toprağa	µg	31,860	34,283	48,766	0,076	0,544
441	Molybdenum	Toprağa	µg	8,432	9,073	12,906	0,310	2,232
442	Napropamide	Toprağa	µg	14,670	15,785	22,454	0,005	0,034
443	Nickel	Toprağa	mg	6,741	7,253	10,318	0,005	0,034
444	Oils, biogenic	Toprağa	mg	33,088	35,604	50,646	0,334	2,400
445	Oils, unspecified	Toprağa	g	471,330	507,171	721,436	0,345	2,480
446	Orbencarb	Toprağa	µg	172,047	185,130	263,342	0,409	2,939
447	Phosphorus	Toprağa	mg	191,428	205,984	293,007	0,992	7,129
448	Pirimicarb	Toprağa	µg	11,327	12,188	17,338	0,003	0,020
449	Potassium	Toprağa	g	1,328	1,429	2,033	0,006	0,041
450	Silicon	Toprağa	mg	470,263	506,023	719,804	7,269	52,260
451	Sodium	Toprağa	g	10,939	11,771	16,744	0,007	0,050
452	Strontium	Toprağa	mg	37,057	39,875	56,721	0,035	0,250
453	Sulfur	Toprağa	g	2,222	2,391	3,401	0,003	0,020
454	Sulfuric acid	Toprağa	ng	127,008	136,666	194,403	0,005	0,035
455	Tebutam	Toprağa	µg	34,760	37,403	53,205	0,011	0,081
456	Teflubenzuron	Toprağa	µg	2,124	2,286	3,251	0,005	0,036

NO	MADDELER	SALINIM ALANI	BİRİM	TAŞIMA (EPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (XPS UYGULAMASI)	TAŞIMA (TAŞ YÜNÜ) UYGULAMASI	MİKSERİN HARCADIĞI ENERJİ	MATKABIN HARCADIĞI ENERJİ
457	Thiram	Toprağa	ng	745,384	802,065	1,141	0,499	3,584
458	Tin	Toprağa	µg	22,518	24,230	34,467	0,007	0,047
459	Titanium	Toprağa	mg	1,175	1,264	1,798	0,115	0,829
460	Vanadium	Toprağa	µg	33,624	36,181	51,466	3,299	23,718
461	Zinc	Toprağa	g	1,441	1,550	2,205	2,26E-04	0,002

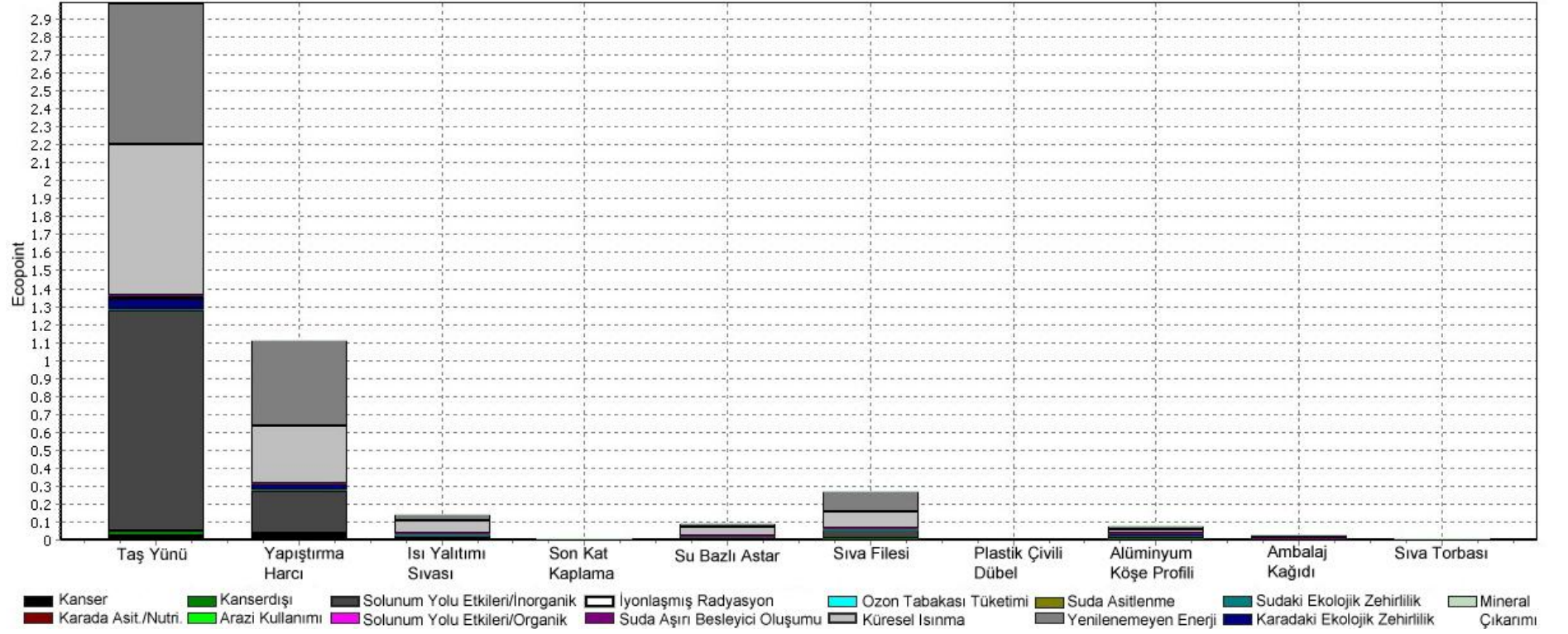
EK A.3 : Isı Yalıtım Uygulamaları Çevresel Etki Grafikleri



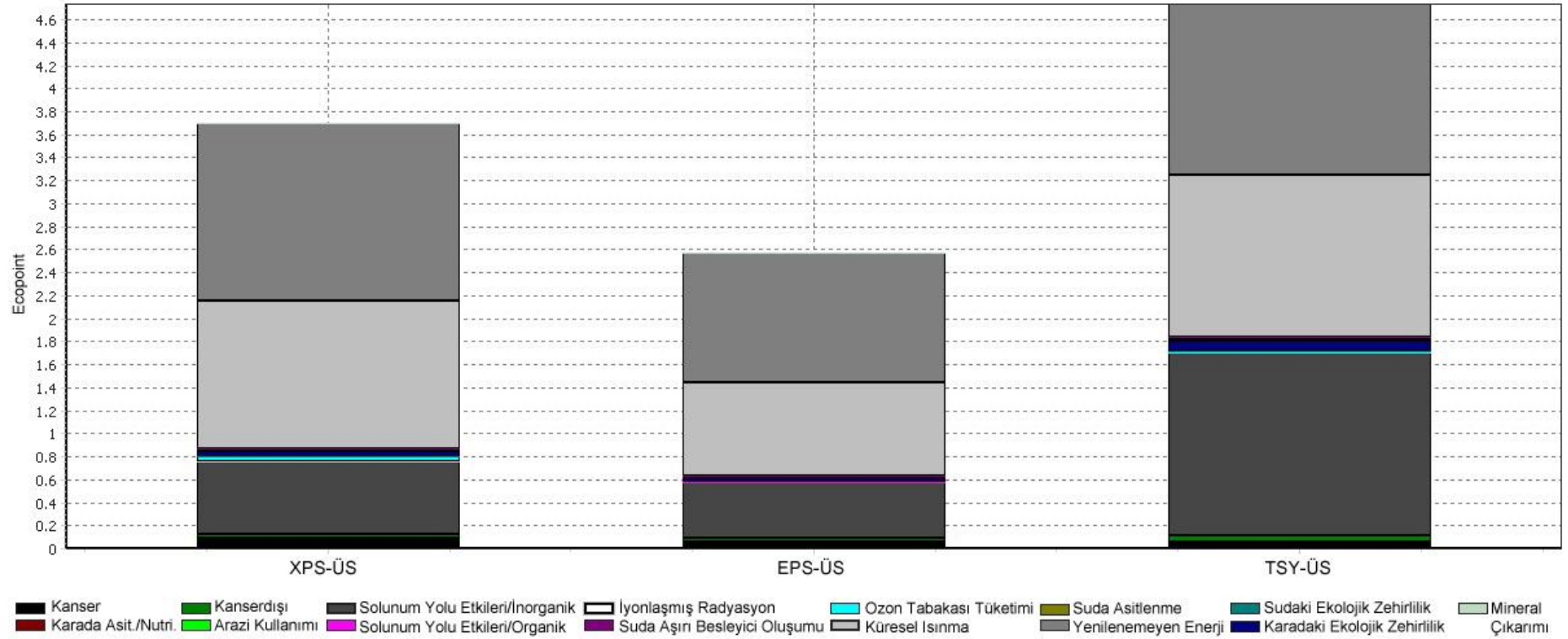
Şekil A.1 : XPS ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri).



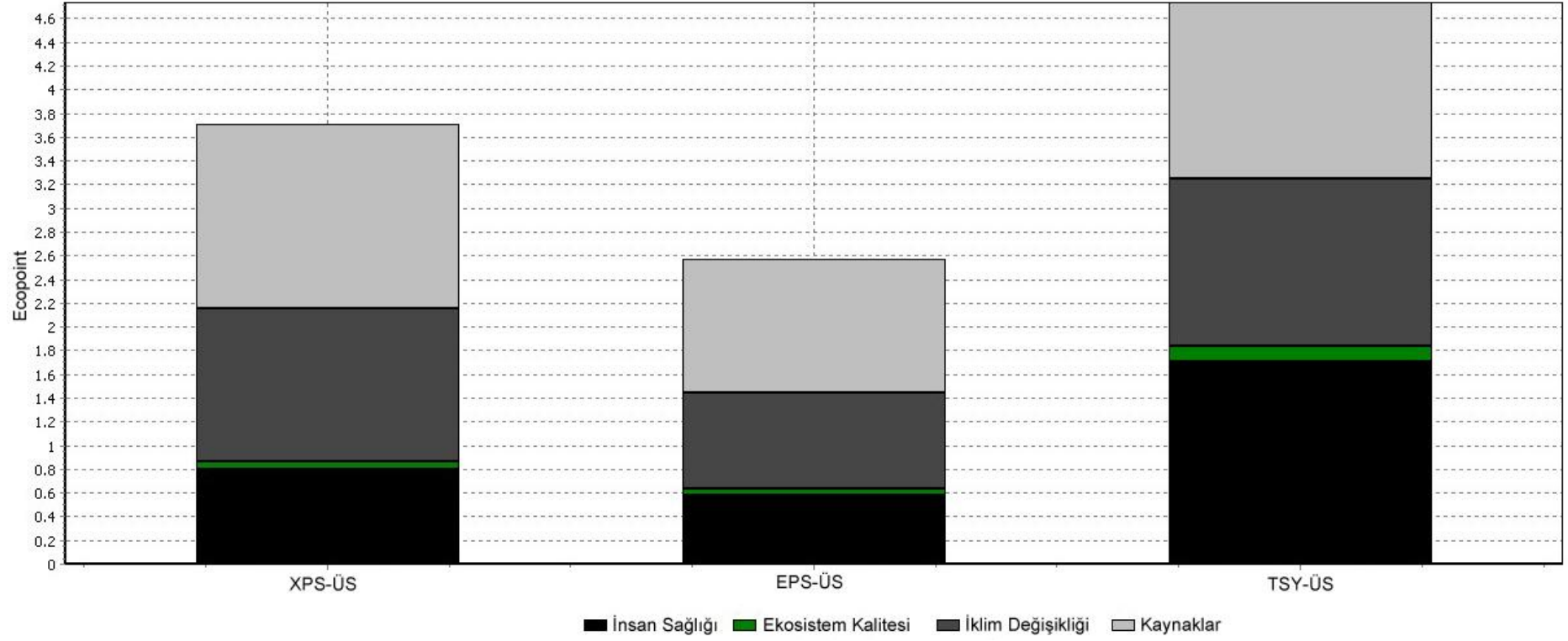
Şekil A.2 : EPS ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri).



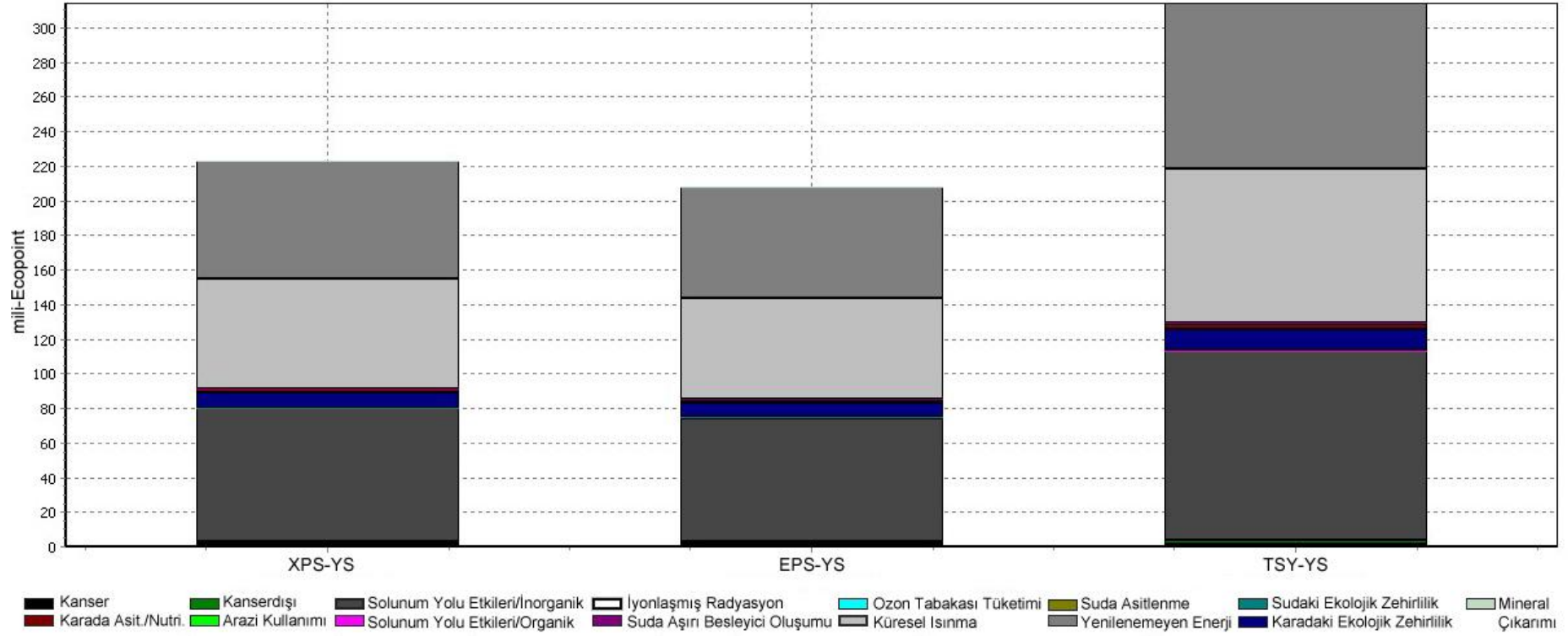
Şekil A.3 : TSY ısı yalıtımı uygulamasında kullanılan malzemelerin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri).



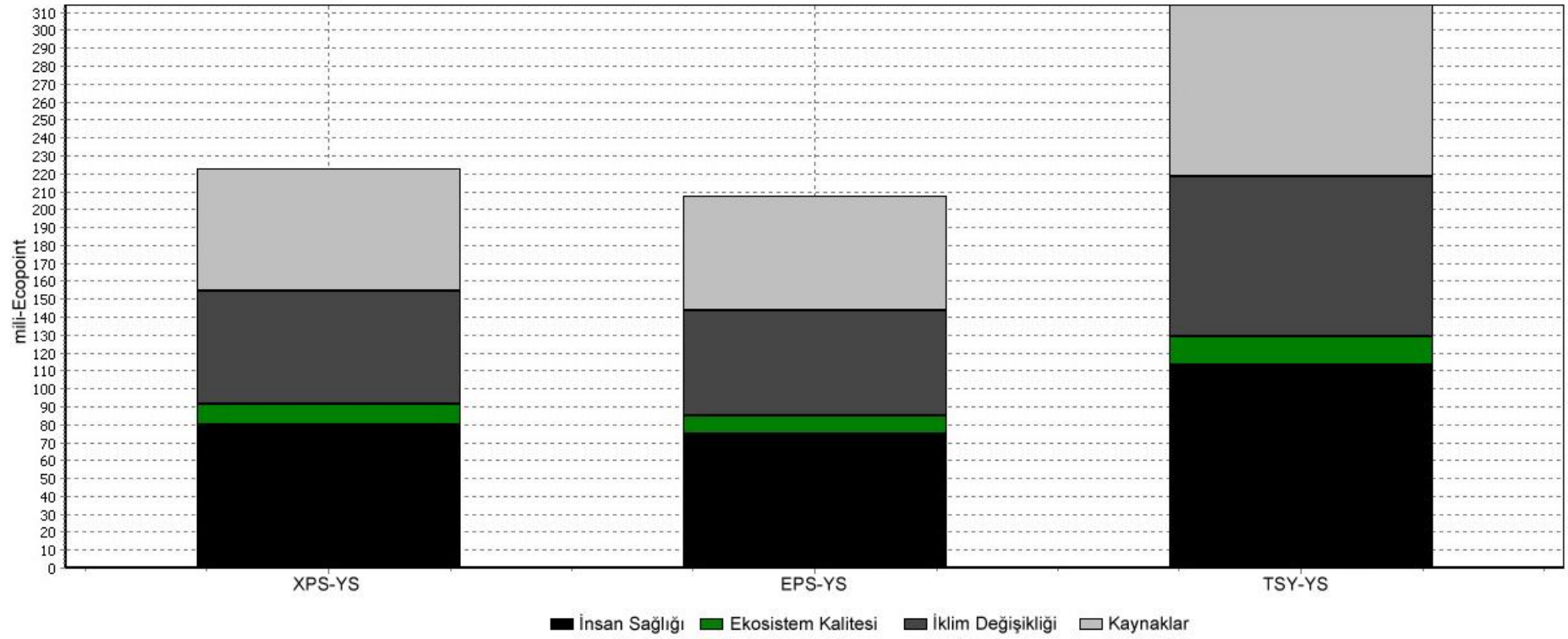
Şekil A.4 : Isı yalıtımı uygulamaları üretim süreçlerinin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri).



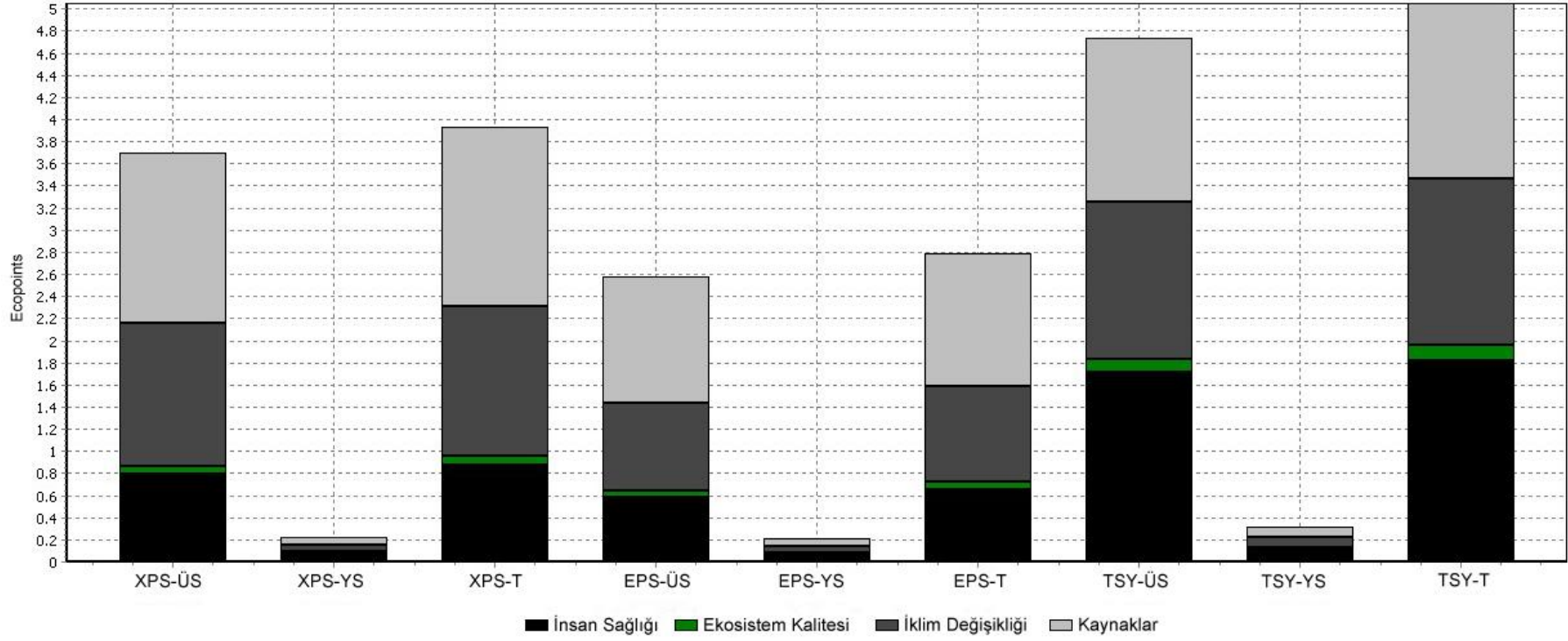
Şekil A.5 : Isı yalıtımı uygulamaları üretim süreçlerinin çevresel etkileri (son nokta etki kategorileri).



Şekil A.6 : Isı yalıtımı uygulamaları yapım süreçlerinin çevresel etkileri (orta nokta etki kategorileri).



Şekil A.7 : Isı yalıtımı uygulamaları yapım süreçlerinin çevresel etkileri (son nokta etki kategorileri).



Şekil A.8 : Isı yalıtımı uygulamaları üretim ve yapım süreçlerinin karşılaştırılması (son nokta etki kategorileri).

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Nurten Ceylan

Doğum Yeri ve Tarihi: 01.01.1985

E-Posta: ceylan_nurten@yahoo.com.tr

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi

Mesleki Deneyimler:

2009-2010: “İstanbul'daki Mevcut Konut Stoğunun Bina Elemanları Ölçeğinde Kullanım Süreci Çevresel Ve Ekonomik Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi Ve İyileştirme Önerileri Geliştirilmesi” başlıklı TÜBİTAK Projesi, Bursiyer Öğrenci.

2010-Devam: İstanbul Kültür Üniversitesi - Mimar

Yayınlar:

Ceylan, N. and Çetiner, İ., 2010: Investigating The Environmental Effects Of Heat Insulation Materials Used In Residential Buildings With Respect To Window To Wall Ratio. *International Sustainable Buildings Symposium*, May 28-26, 2010 Ankara, Turkey.

Çetiner, İ. and **Ceylan, N.**, 2011: Evaluating The Life Cycle Environmental Impacts Of Heat Insulation Applications For The Existing Residential Buildings In Istanbul With Regard To Production, Construction And Use Phases. *World Sustainable Building Conference*, October 18-21, 2011 Helsinki, Finland.